Jahrbuch der Naturkunde

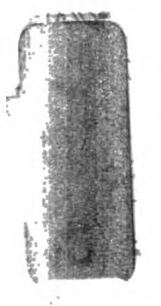
Dritter Jahrgang 1905

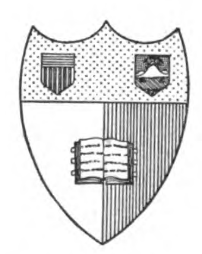
KARL PROCHASKA'S ILLUSTR. JAHRBÜCHER

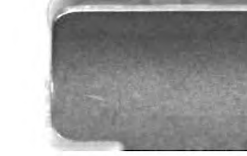
Von Herm. Berdrow



Verlag und Druck von KARL PROCHASKA ▵ Leipzig ▵ Wien ▵ Teschen
Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80









»Prochaskas Illustrierte Jahrbücher« bestehen aus folgenden Teilen:

Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. Erscheint alljährlich seit 1901. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. Erscheint alljährlich seit 1900. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang (Geschichte des Jahres 1904) ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. Erscheint alljährlich seit 1902. Die Jahrgänge I—III kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom IV. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. Erscheint alljährlich seit 1903. Die Jahrgänge I und II kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom III. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Gesundheit. Hievon ist ein Jahrgang erschienen, der broschiert 1 Mark, in Leinwand gebunden 2 Mark kostet.

Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern liegt der Gedanke zu Grunde, über die Fortschritte der Kultur auf den wichtigsten Gebieten des modernen Lebens alljährlich eine Revue zu geben, die übersichtlich, allgemein verständlich und derart stilistisch gehalten ist, daß ihre Lektüre eine anziehende, geistbildende Unterhaltung genannt werden kann.

Für jung und alt, für alle Gesellschaftskreise gleich geeignet und gleicherweise interessant, sind diese Jahrbücher eine der empfehlenswertesten Erscheinungen der neueren volkstümlichen Literatur.

Urteile der Presse über Prochaskas Illustrierte Jahrbücher.

Über Land und Meer. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Ein glücklicher Gedanke ist hier in gediegener Weise verwirklicht: ein bequemer Überblick über die technischen Fortschritte in Form eines reich illustrierten Jahrbuchs zu außerordentlich billigem Preis."

Basler Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Endlich haben wir einmal eine gute, billige und ausgezeichnet illustrierte Übersicht alles dessen, was die Naturkunde im Laufe eines Jahres als neue Entdeckungen zu verzeichnen hatte. Es ist eine Freude, die prächtige, für jedermann verständliche Übersicht zu lesen. Jeder Gebildete sollte diese Jahrbücher erwerben und sie nicht nur in seiner Bibliothek aufstellen, sondern auch lesen. Derartige Schriften nützen der Aufklärung unendlich viel mehr als alle kulturkämpferischen Zeitungsartikel. Möchte doch dieses Unternehmen die weiteste Verbreitung in allen Schichten der Bevölkerung finden."

Frankfurter Zeitung. Prochaskas Illustrierte Jahrbücher erfreuen sich einer von Jahr zu Jahr wachsenden Anerkennung, was bei der Gediegenheit des Inhalts und der Ausstattung, sowie dem billigen Preise nicht zu verwundern ist. In der Anlage übersichtlich, in der Darstellung fast durchwegs klar und allgemein verständlich gehalten, ohne irgend trivial zu werden, unterrichten diese Jahrbücher über die in ihnen behandelten Erfahrungs- und Forschungsgebiete mit einer für den Nichtfachmann vollkommen ausreichenden Ausführlichkeit, den Fachmann selbst aber mitunter verblüffenden Gründlichkeit. Bei der ungeheuren Fülle von Eindrücken, die tagaus tagein aus dem Leben, aus Tagesblättern und Zeitschriften auf den wissensdurftigen Kulturmenschen einwirken, ist es für den gewöhnlichen Sterblichen fast unmöglich, Spreu und Weizen zu scheiden und aus dem Vielerlei ein klares Bild zu gewinnen. Da sind denn Führer, wie es Prochaskas Jahrbücher sein wollen, durchaus am Platze. Rückschauend blicken wir noch einmal des Weges entlang, den wir durch lange Monate gewandert sind, und erkennen staunend, daß manches Kleine groß und manches Große klein geworden, alles aber, den Gesetzen der geistigen Perspektive gemäß, nach Möglichkeit gewertet, gesichtet und geordnet ist. So gewinnen wir nachträglich ruhende Pole in den Erscheinungen Flucht — immer vorausgesetzt natürlich, daß wir guten Führern folgen. Und Prochaskas Jahrbücher sind solche Führer.

Die Woche. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Wir können dem stattlichen Bande kein besseres Geleitwort auf den Weg mitgeben, als den Ausdruck unserer Überzeugung, daß es dem Verfasser gelungen ist, die Worte seines Programms glänzend zu verwirklichen: ‚Nicht ein Urkunden- oder Nachschlagebuch ist, was wir den Lesern bieten, sondern wir wollen ihnen die handelnden Personen, die Kämpfe und Ereignisse in möglichst lebensvollen Bildern vorführen, die Triebkräfte des politischen Lebens aufdecken und den inneren Zusammenhang alles Geschehenen klarmachen.' Die volkstümliche, klare und doch vornehme Haltung des Jahrbuchs werden demselben gewiß viele Freunde und Schätzer gewinnen. Wer eine aller Parteilichkeit entkleidete Schilderung der Ereignisse jedes Jahres wünscht, säume nicht, sich in den Besitz dieses gediegenen ‚Jahrbuchs' zu setzen."

Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voraussichtlich das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie alles sehr hübsch, stellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterrichtetste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben."

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen."

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Berdrow bearbeitete Illustr. Jahrbuch der Naturkunde." Stuttgart, Dr. K. G. Lutz.

Roseggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der flüssigen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern .... Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet."

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen. „Es ist eine dem Bildungswesen zu gute kommende Idee, die Errungenschaften auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigem Preise darzubieten .... Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall."

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist soeben im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Naturkunde'. Hermann Berdrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens erfreut, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lesenswerte, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis von einer Mark jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht."

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gesundes politisches Urteil."

Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und versteht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden."

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für 1 Mark geboten wird."

Münsterischer Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Skepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betonung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegtäuschen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis von 1 Mark ist außerordentlich niedrig bemessen."

Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos geboten werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdrinde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reibisch durch ein regelmäßiges, sehr langsames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt versetzt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körperteilchen und besonders über die Ätherfrage sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterschießen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einzelnes zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkerkunde. Das ‚Jahrbuch' kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden."

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser erste im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen', das 1 Mark (Kronen 1.20) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und überraschend Gutes bietet. Der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen' ist ein 216 Seiten starker Quartband mit 200 prächtigen Illustrationen. Der Text des Werkes ist eine Musterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Themata, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung."

Illustriertes Jahrbuch
der Naturkunde
Dritter Jahrgang.



Elefanten-Zähne aus Deutsch-Ostafrika.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Dritter Jahrgang 1905 Von H. Berdrow



Leipzig Königstraße 9/11. Karl Prochaska in Teschen Wien Kumpfg. 7.

Inhaltsverzeichnis.*)

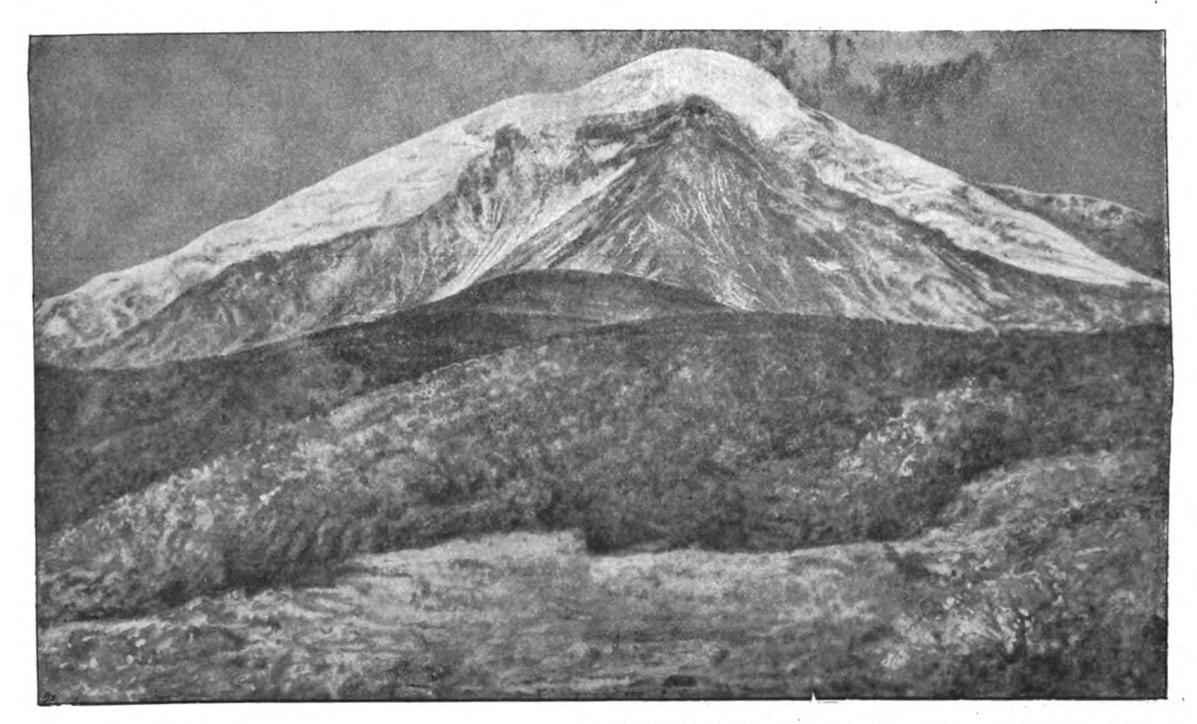
---

*) Auch diesmal ist es mir angenehme Pflicht, den Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten unterstützt haben, hier ergebensten Dank auszusprechen. H. Berdrow.



Alphabetisches Sachregister.





Die Gletscher des Chimborazo, von der Nordwestseite aus 4300 m Höhe gesehen.

Eine Ausfahrt ins Weltall.

(Astronomie.)

Mars und seine Geschwister. * Hinaus in die Sternenwelt. * Im Labyrinth der Milchstraße. * Ungalante Fragen. * Heimwärts zum Erdplaneten.

Mars und seine Geschwister.

Wir haben ein Luftschiff konstruiert, einen wundervollen Motor, der auf ganz neuer Grundlage gewissermaßen das berühmte Perpetuum mobile verwirklicht und im stande ist, uns mühelos in alle Weiten des Weltalls hinauszutragen. Um dem neuen Gefährt das Vertrauen des Lesers zu erwirken sowie um der berechtigten Wißbegier entgegenzukommen, sei hier zunächst das eigenartige Prinzip der Erfindung mit den Worten ihres Entdeckers selbst dargelegt.

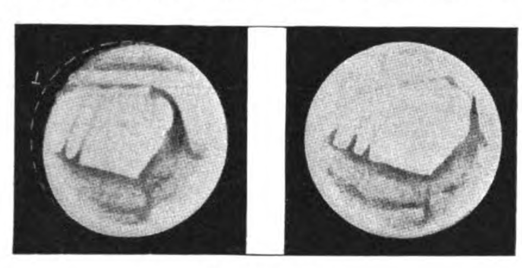
„Ich habe" -- so schreibt er — „entdeckt, daß in hoher Kälte unter starkem Druck verflüssigte Gase, mit Elektrizität geladen, Akkumulatoren von unerhörter Aufnahmekraft sind. In dem Maße, wie die Gase wieder frei werden, wird auch die aufgespeicherte Elektrizität wieder frei, und man hat nur zu regulieren. Mehr noch! Ich benutze die Drehung meiner Räder dazu, auf Reibkissen neue Elektrizität zu erzeugen, und da die frei werdende Elektrizität aus den sich verflüchtigenden Gasen — ich nehme ganz einfach Sauerstoff, den ich aus der Luft gewinne — stärker ist als die Energie, die ich nötig habe, um mit meinen Rädern an den Reibkissen gleiche Elektrizitätsmengen neu zu gewinnen, um ferner mit einem Pumpsystem frischen Sauerstoff aus der Luft zu befreien, um ihn zu verflüssigen und mit der neu gewonnenen Elektrizität zu laden, um obendrein noch meinen Wagen in Bewegung zu setzen: so habe ich mich nie darum zu kümmern, woher mein Automobil seine Betriebsmittel nimmt."

Wir werden also, wie jeder Sachkenner sofort einsieht, um die nötige Betriebskraft für unsere Weltallsreise nicht verlegen sein. Zwar — Sauerstoff ist schon in hundert Kilometer Entfernung von der Erdoberfläche nicht mehr aufzutreiben, da hier die Atmosphäre zu mehr als 99 Prozent aus Wasserstoff besteht, der jedoch einen gleichwertigen Ersatz für jenen bildet. Dafür fallen im Äther aber auch alle Reibungs- und Luftwiderstände fort, und da unser Auto schon hier auf Erden Geschwindigkeiten von mehr als 300 Kilometern in der Stunde erreicht hat, so wird er sich im Weltraum sicherlich mit planetarischer Schnelligkeit fortbewegen.

Damit sind jedoch noch nicht alle Schwierigkeiten der Reise behoben. Es dürfte, bevor wir unser unvergleichliches Fahrzeug besteigen, geraten sein, uns einen Augenblick mit der Frage nach dem Wohin? zu beschäftigen. Zunächst wäre vielleicht als Vorbereitung und Training für weitere Fahrten ein Ausflug nach dem Mars, unserem Nachbar äußerer Hand, ratsam. Das wäre für unseren Allerweltsrenner, wenn wir ihm eine Geschwindigkeit

von 300 Kilometern in der Minute geben, eine Reise von kaum einem halben Jahre; verzehnfachen wir — durch einen einfachen Hebeldruck — seine Schnelligkeit, so bedarf es nur der kurzen Spanne von 18 Tagen, um Mars in greifbarer Nähe zu haben. Wie ein Nachtfalter oder Kolibri angesichts einer duftenden Blüte sich mit unsichtbar schnellen Flügelschlägen so lange schwebend erhält, bis er den süßen Nektar nach Verlangen ausgekostet, so lassen wir unseren Motor außerhalb der ungemein durchsichtigen Marsatmosphäre so lange auf der Stelle arbeiten, bis wir die vielumstrittene Natur des Planeten genugsam studiert und uns überzeugt haben, was von den seltsamen Gerüchten, die über ihn umgehen, auf Wahrheit beruht.

Bekanntlich verdanken wir die Grundzüge der Marsgeographie dem hervorragenden Mailänder Astronomen Schiaparelli, der sechs umfangreiche Berichte über seine Marsbeobachtungen der Jahre 1879 bis 1888 veröffentlicht hat. Alle seinen Spuren folgenden Forscher haben seine Ergebnisse mehr



Marsphotogramme.

oder minder bestätigt; so u. a. T. E. R. Philipps, der jüngst eine Zusammenfassung seiner Beobachtungen an dem von Februar bis Mai namentlich auf seiner nördlichen Hälfte sehr gut zu beobachtenden Planeten gegeben hat.*)

Unzweifelhaft, schreibt Philipps, zeigen sich von Zeit zu Zeit in der Oberflächengestaltung des Mars Änderungen, welche teils auf jahreszeitlichen Einflüssen und dem Erscheinen von Wolken und Nebeln beruhen, teils aber wirklicher Natur sind.

Die Hauptergebnisse von Prof. Schiaparellis Werk nennt er unvergänglich und über allen Zweifel erhaben. Während jüngerer Zeit haben einige Beobachter den sogen. Marskanälen ein hart ausgeprägtes und gekünsteltes Aussehen gegeben, das sie nicht besitzen, mit dem Resultat, daß von anderer Seite das ganze Kanalsystem in Zweifel gezogen worden ist. Es scheint jetzt die Zeit gekommen, da man zwischen dem, was auf dem Mars wirklich existiert, und dem, was auf subjektiven Fehlerquellen oder Einbildung beruht, unterscheiden muß. In der Hauptsache jedoch werden wir an der Treue und Genauigkeit der Aufnahmen des großen Italieners nicht zu zweifeln brauchen.

Für sehr viele der außergewöhnlichen Erscheinungen, die man auf dem Planeten beobachtet hat, ist ohne Zweifel die Kontrastwirkung verantwortlich zu machen. Von vielen Kanälen hat man eingesehen, wie das schon frühere Forscher vermutet haben, daß sie nur die verschärft erscheinenden Ränder schwach getönter Planetenflächen sind, und auch die oft beobachtete „Verdopplung" von Kanälen läßt sich als Kontrastwirkung einfach und ausreichend erklären.

Eine Vorstellung von der Art der Veränderungen, die auf dem Mars vor sich zu gehen scheinen, von denen aber Photographien nichts zeigen, möge uns das auf der nördlichen Halbkugel liegende Land Elysium geben. 1877 war es infolge ungünstiger Stellung des Planeten gar nicht, 1879 nur undeutlich zu sehen, 1881 zeigte es sich deutlich ausgeprägt in Kreisform. Vielfach erscheint es heller als die Nachbarländer, doch ist diese Helligkeit ungleichmäßig und nur zu gewissen Zeiten sichtbar. 1879 glaubte Schiaparelli hier Schnee wahrzunehmen, konnte ihn aber 1881 nicht wieder nachweisen. Schwierig, aber durchaus deutlich zu sehen war der in nordsüdlicher Richtung durch Elysium verlaufende Kanal Galaxias, der späterhin nicht mehr erspäht werden konnte. 1883/84 nun zeigte sich eine wichtige Veränderung, indem die das Land umgebenden, bisher einfachen Kanäle erst undeutlich und verwaschen aussahen, am 18. Januar aber das ganze Gebilde als ein mit der Nachbarschaft vierfach verbundener Doppelring erschien. Die Verdopplung vollzog sich auf Kosten des inneren Raumes, dessen Durchmesser sich deutlich verringerte. Die Farbe des ganzen Landes war auch in diesem Jahre wie in den folgenden wechselnd, häufig hell, mitunter so weiß wie der Polfleck.

Während nun manche Beobachter die Kanäle, die wir uns als breite Meeresstraßen wie das Rote Meer zu denken haben, genau oder fast ebenso sahen wie Schiaparelli, zeigte sich bei anderen Untersuchungen nichts derartiges. Der 26zöllige Refraktor zu Washington ließ von Kanälen keine Spur wahrnehmen; ebensowenig ergab der große Refraktor der Lick-Sternwarte (s. Jahrb. I, S. 18) Wahrnehmungen, die für die Existenz des Kanalnetzes auf dem Mars sprechen. Gibt es auf der Marsoberfläche ein Kanalnetz, wie Schiaparelli, Perrotin, Cerulli und Lowell es auf ihren Marskarten gezeichnet haben, so kann kein Zweifel bestehen, daß es künstlichen Ursprungs, d. h. von vernünftigen und auf hoher Kulturstufe stehenden Wesen zu bestimmten Zwecken hergestellt ist. Als solche Zwecke können wir uns die Bewässerung wüstenhafter Landstriche oder die zu gewissen Jahreszeiten erforderliche Ableitung großer, durch Schmelzen der Poleiskappen entstehender Wassermassen denken.

Wie nun aber, wenn eine optische Täuschung vorläge und die Marskanäle gar nicht existierten? Zuerst ist die Verdopplung der Kanäle angezweifelt und schließlich als Täuschung nachgewiesen worden. Diese Doppelkanäle erscheinen niemals besonders deutlich, sondern stehen immer an der Grenze der Wahrnehmbarkeit, mag das Fernrohr und die Marsscheibe größer oder kleiner sein. Bei größeren Abständen des Mars war z. B. der Abstand der beiden Linien eines Doppelkanals, in Marsgraden ausgedrückt, gleich 4·1°, bei kleineren

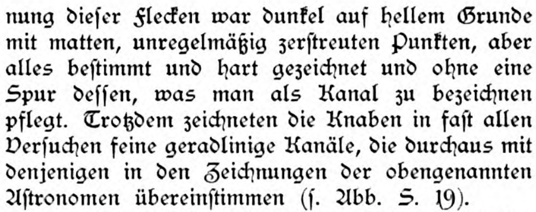
*) Monthly Notices of the Royal Astron. Society, Vol. 64, Nr. 1 (Nov. 1903).

Abständen nur 2·9°. Diese mehrfach festgestellte Tatsache beweist, daß die Verdopplung lediglich eine optische Täuschung ist. Hierauf ging eine kleine Anzahl von Beobachtern weiter und erklärte die ganz feinen, schnurgeraden Einzelkanäle ebenfalls für Täuschung, und diese Annahme ist kürzlich durch die von zwei Astronomen der Greenwicher Sternwarte angestellten Schulversuche zu einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhoben worden.

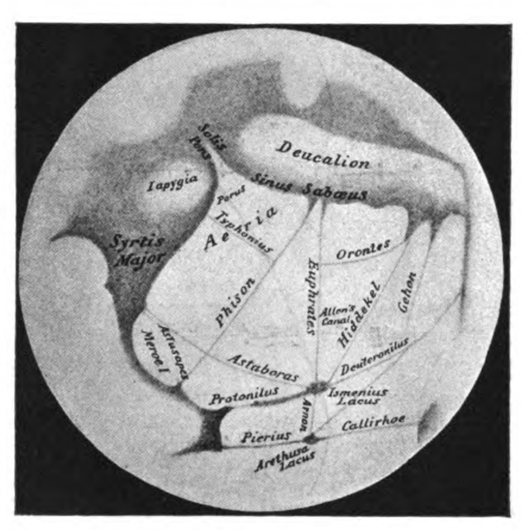
Die Anordnung dieser von J. E. Evans und E. Walter Maunder ersonnenen Versuche*) war folgende:

Eine kreisrunde Scheibe, je nach Umständen zwischen 3·1 und 6·3 Zoll im Durchmesser, wurde in einem mit Glasdach versehenen Raume gut beleuchtet vor Schulknaben von 12 bis 14 Jahren zum Abzeichnen aufgestellt. Jedes der in Abständen zwischen 17 und 38 Fuß von der Scheibe sitzenden Kinder erhielt ein Stück Zeichenpapier, auf dem sich ein Kreis von drei Zoll Durchmesser befand. Die Knaben wurden angewiesen, in diesen Kreis alle Einzelheiten einzutragen, die sie auf der Scheibe wahrnähmen, bekamen aber keinerlei Andeutungen, ob auf dem Vorbilde Punkte, Flecken oder Streifen zu sehen seien; auch wurden sie beim Zeichnen sorgfältig überwacht, so daß niemand die Gepflogenheiten des Extemporaleschreibens frei ins Astronomische übertragen konnte. Alle waren ferner völlig unbekannt mit den Abbildungen des Mars, wie solche an den großen Fernrohren erhalten worden sind; sie wußten überhaupt nicht, um was es sich handelte, und zeichneten lediglich das, was sie auf der entfernten Scheibe sahen.

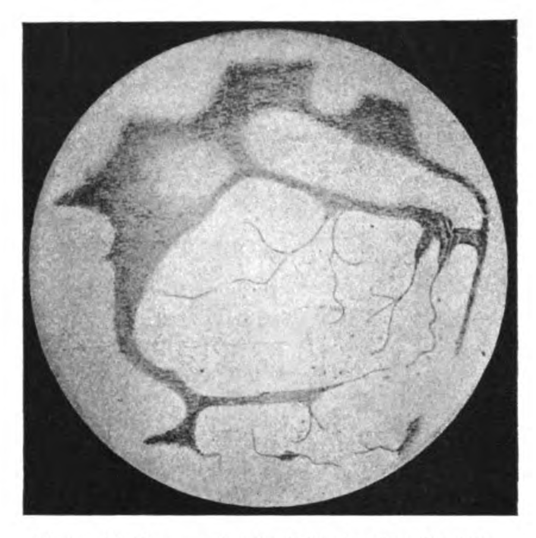
Auf dieser Scheibe war vorzugsweise ein Teil der Marsoberfläche dargestellt, den Green auf seiner Karte als Beer-Kontinent eingetragen hat; er enthält sehr charakteristische dunkle Flecken, die sogen. Syrtis Major und Dawes-Gabel-Bay. Die Zeich-


nung dieser Flecken war dunkel auf hellem Grunde mit matten, unregelmäßig zerstreuten Punkten, aber alles bestimmt und hart gezeichnet und ohne eine Spur dessen, was man als Kanal zu bezeichnen pflegt. Trotzdem zeichneten die Knaben in fast allen Versuchen feine geradlinige Kanäle, die durchaus mit denjenigen in den Zeichnungen der obengenannten Astronomen übereinstimmen (s. Abb. S. 19).

Besonders lehrreich sind die Zeichnungen der Kinder in den beiden ersten, 17 und 19 Fuß entfernten Reihen, denn sie zeigten, daß die wirklich vorhandenen Einzelheiten auf der Scheibe, nämlich gewundene flußähnliche Streifen und die zerstreuten Punkte, als solche eben in die Grenze der Wahrnehmbarkeit traten oder sich in kanalähnliche Linien zu verschmelzen begannen. Im ganzen wurden auf der vorgezeichneten Scheibe zwölf Kanäle von den Schülern vermeintlich gesehen und nachgezeichnet, und der Vergleich mit den Karten von Schiaparelli und anderen ergab, daß diese auf Einbildung beruhenden Kanäle sich tatsächlich auch meist auf diesen Karten fanden.



Darstellung des Mars mit seinen Kanälen nach Schiaparelli.


Die zum Abzeichnen vorgelegte Darstellung der Mars-Oberfläche.

Angesichts sämtlicher von ihnen veranstalteten Versuche sehen sich Evans und Maunder zu dem Schlusse gedrängt, daß von vollständig unbefangenen scharfsichtigen Beobachtern Linien, welche alle charakteristischen Merkmale der Marskanäle besitzen, auf Objekten gesehen werden können, die tatsächlich nicht eine solche Linie aufweisen. Es sind diese Wahrnehmungen dann keineswegs Einbildungen, sondern durch das Auge veranlaßte Verknüpfungen von Formen, die in Wirklichkeit ein ganz anderes Aussehen besitzen. Die Vermutung, daß die Kanäle zum Teil durch die Aneinandergrenzung verschieden abgetönter Flächen dem Auge vorgetäuscht werden, gewinnt durch diese Versuche eine Stütze. Hauptsächlich entspringen aber die Kanäle dem Streben des Auges, sehr kleine Punkte in Form von Linien miteinander zu verbinden. „Die Beobachter des Mars, welche während der letzten 25 Jahre dessen Kanäle zeichneten, haben gezeichnet,

*) Gaea, 40. Jahrg. (1904), Heft 1.

was sie sahen; aber die Kanäle, die sie sahen, haben keine realere Existenz als die, welche die Greenwicher Schulknaben sich einbildeten, auf den Vorlagen zu sehen, und die sie demgemäß zeichneten."

Ähnliche Versuche sind mit gleichem Erfolge an der Realschule zu Hof in Bayern gemacht worden. Angesichts dieser Versuchsreihen sagt Karl Strehl in einem sehr beachtenswerten Artikel: „Daß alle Wahrnehmungen bezüglich der Kanäle auf Augentäuschungen hinauslaufen sollen, will einem immerhin bei der Gewissenhaftigkeit der Beobachter schwer in den Sinn." Er neigt zu der Ansicht, daß manches Marsdetail nicht auf Augentäuschung infolge ungenauen Sehens, sondern auf Eigentümlichkeiten des Baues der Augenlinse und auf die unter dem Namen „Beugung" oder Diffraktion bekannte seitliche Ablenkung der Lichtstrahlen zurückzuführen sei. Er ist überzeugt, daß manche vermeintliche Entdeckung oder gewagte Hypothese bei eingehendem Studium dessen, was man sieht, an der Hand der Beugungstheorie durch eine naturnotwendige Erklärung ersetzt werden würde. Die Astronomie mache mit dem Marsdetail augenblicklich die Periode der Beobachtungskunst durch, welche die Mikroskopie mit der Diatomeenfelderung seit Abbe hinter sich habe.*)

Im Hinblick auf diese Zweifel und Probleme würde es sich also entschieden lohnen, zunächst dem Mars einen Besuch auf unserer Maschine abzustatten. Sind die Marsmenschen mehr als ein bloßer Wahn des Menschenhirns, so werden sie sicher nicht verfehlen, uns zu sich herab zu laden, und es wird einen überaus anregenden und fruchtbringenden Ideenaustausch zwischen den Vertretern zweier so verschiedener Kulturwelten geben. Die Anbahnung einer dauernden lichtelektrischen Verbindung zwischen den beiden Weltkörpern dürfte ein leichtes sein.

Doch das sind spätere Sorgen. Zunächst müssen wir bestrebt sein, die Grenzbezirke des Sonnensystems zu erreichen, um behufs schnelleren Vorwärtskommens von den störenden Einflüssen solarer Anziehungskraft frei zu werden. Vor allem gilt es, die Zone der kleinen Planeten zu durchqueren, die gefährlichste Gegend für den Welttouristen. Denn hier, wenn irgendwo, drohen Zusammenstöße mit einer jener Miniaturwelten, die hier zu Tausenden und aber Tausenden umherhuschen, sich zwang- und regellos kreuzen und verwirren. 550 dieser Weltenzwerge haben wir schon von der Erde aus entdeckt, im Jahre 1903 allein vierzig; die meisten sind 10. bis 15. Größe. Vielleicht gelingt es uns zu ermitteln, auf welchen Ursachen der merkwürdige Lichtwechsel beruht, den man, wie früher an Eros und anderen, so Anfang 1904 an Iris und Hertha bemerkt hat (s. Jahrb. I, S. 35). Gegenwärtig ist es noch unentschieden, ob diese schon in Perioden von wenig Stunden sich vollziehenden Helligkeitsschwankungen darauf beruhen, daß manche Planetoiden nicht kugelförmig, sondern unregelmäßig gestaltet sind und uns bei der Rotation nacheinander verschiedene große Oberflächenteile zukehren, oder ob gewisse Stellen der Planetoiden das Licht stärker reflektieren als andere. Manche der neu entdeckten Planetoiden besitzen so bedeutende Bahnähnlichkeit, daß man den Gliedern einer solchen Gruppe gemeinsamen Ursprung zuschreiben möchte. Wenn wir dieses „Mikronesien" des Sonnensystems ohne Zusammenstoß durchquert haben, eilen wir mit beschleunigter Geschwindigkeit durch die immer lichtleerer werdende Region der oberen Planeten. Zunächst präsentiert sich uns Jupiter mit seinen sechs Monden, deren kleinster Ende 1904 auf der Lickssternwarte entdeckt ist. Weiterhin glänzt, wie Apoll im Kreise der

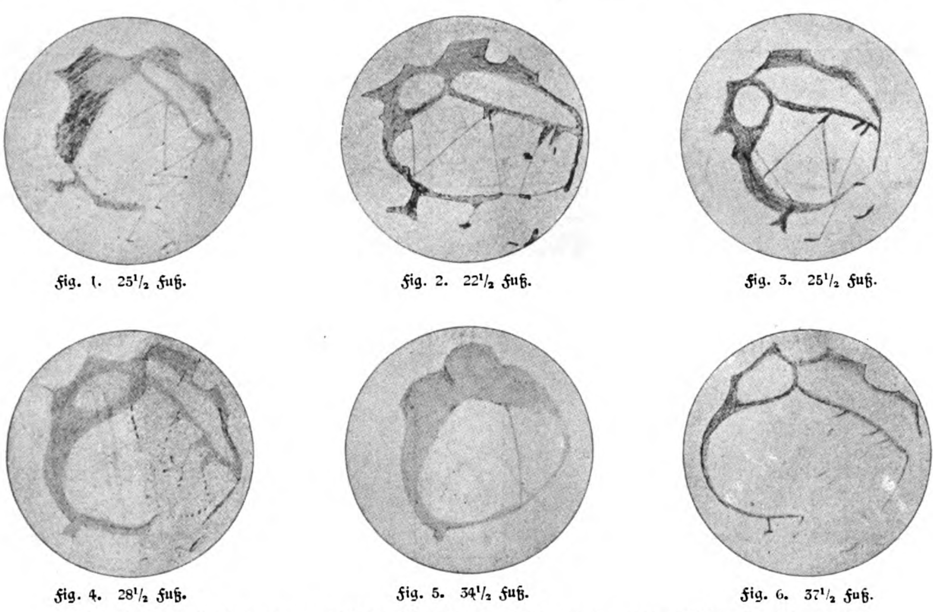


Fig. 1. $25^1/_2$ Fuß. Fig. 2. $22^1/_2$ Fuß. Fig. 3. $25^1/_2$ Fuß.

Fig. 4. $28^1/_2$ Fuß. Fig. 5. $34^1/_2$ Fuß. Fig. 6. $37^1/_2$ Fuß.

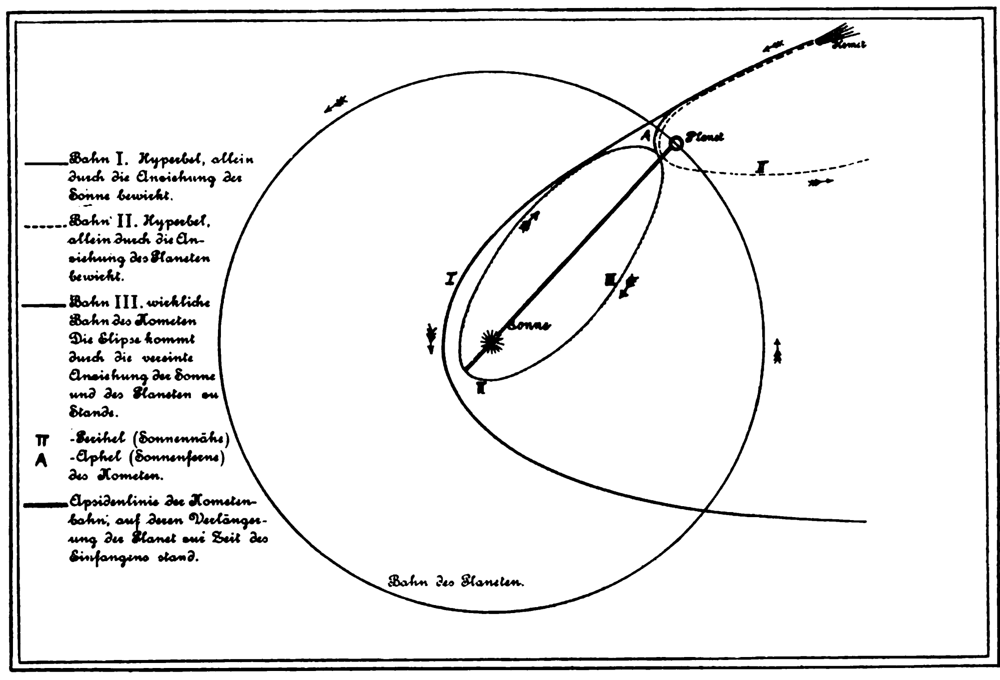
Wiedergabe der Nachzeichnungen von 6 Knaben (Experimente zur Deutung des wahren Wesens der Marskanäle).

*) Beugungstheoretisches. Astronomische Nachrichten, Nr. 3939—40.

neun Musen, der ringumkränzte Saturn im Zirkel seiner neun Monde, von denen der kleinste, schon 1899 einmal auf der Harvardstation zu Arequiba entdeckt und „Phoebe" getauft, erst in der zweiten Hälfte des Jahres 1904 in eine so günstige Lage gekommen ist, daß er mittels der stärksten Fernrohre als Begleiter des Saturn festzustellen war. Ein menschliches Auge würde ihn selbst vom Saturn aus wohl nie zu sehen bekommen; die photographische Platte verzeichnet ihn trotz seiner winzigen Dimensionen aus einer Entfernung von rund 1400 Millionen Kilometer noch.

Drüben schwebt Uranus im Kranz seiner vier Monde herbei, und wir können gleich prüfen, ob die von der Erde aus durch Messungen nicht mehr feststellbare Abplattung wirklich, wie Bergstrand jüngst aus den Bahnen der Uranustrabanten berechnet hat, ein Siebzehntel des Äquatordurchmessers beträgt. In diesem Falle würde sich die ebenfalls noch nicht direkt beobachtete Rotation in 11·5 Stunden vollziehen. Weiter hinaus noch rollt auf riesiger Bahn die uns gewöhnlichen Sterblichen von der Erde aus niemals sichtbare Scheibe des Neptun. Aus ihrem scheinbaren Durchmesser (= 2·303 Bogensekunden) hat Wirtz den wahren Durchmesser auf 50.251 Kilometer festgestellt, also noch beträchtlich kleiner, als man bisher annahm (Astron. Nachrichten, Nr. 3889 und 3907).

Sind wir nun zu Rande mit unserer Planetenweisheit, oder sollen wir noch Umschau nach einem entfernteren Sprößling der Sonne halten? Daß vielleicht in der „äußersten Finsternis" ein solcher als „Hades" fern von der Sonne rosigem Lichte seine Bahn zieht, wäre immerhin möglich, und wenn wir Theodor Fr. Grigull folgen, sogar gewiß.*) Grigull gründet seine Annahme auf die Kometen-Kapturations-Theorie. Die Bahnen der Kometen, soweit wir sie mathematisch bestimmen können, erweisen sich wesentlich als Ergebnisse der planetarischen Anziehungskraft. Die sonnenfernen Örter (Aphelien) der periodischen Kometen liegen in der Nähe einer Planetenbahn, und daraus kann man den Schluß ziehen, daß die Mitglieder einer solchen Kometenfamilie von dem betreffenden Planeten, in dessen Bahnnähe ihre Aphelien liegen, eingefangen worden sind. So hat z. B. Le Verrier nachgewiesen, daß die Meteore vom 14. November im ersten Jahrzehnt des ersten christlichen Jahrhunderts sich unserem Sonnensystem in einer



Fang eines Kometen durch einen Planeten.

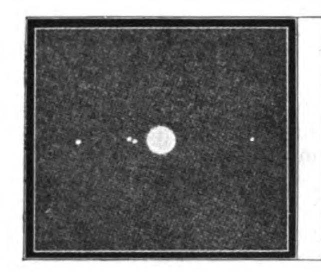
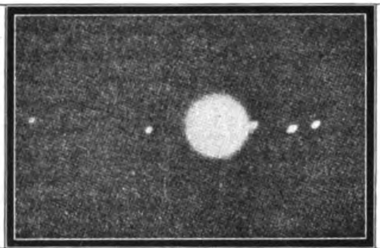
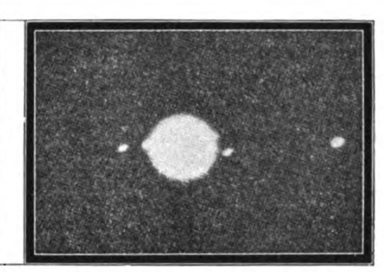
Hyperbel näherten, dabei in den Anziehungsbereich des Uranus traten und von ihm endgültig in eine elliptische Bahn gedrängt wurden.

Diese Verhältnisse auf den unbekannten Planeten und auf gewisse Kometen übertragend, deren große Bahnachse etwa 50 Erdbahnhalbmesser beträgt, erhalten wir folgenden Fundamentalsatz: Zu einer bestimmten Zeit, in der ein bestimmter Komet abgefangen wurde, stand der unbekannte Planet da, wo noch heute das Aphel (der Ort der Sonnenferne) des Kometen ist.

Grigull hat vier Kometen gefunden, die eine Feststellung des Ortes und der Bahn des unbekannten Planeten gestatten: die Kometen von 1532, 1661, 1862 II und 1889 III. Aus ihren Bahnelementen ergibt sich eine Umlaufszeit des Planeten von ungefähr 360 Jahren bei einer Entfernung von etwa 50 Erdbahnhalbmessern oder etwas mehr

*) Über einen transneptunischen Planeten. Sonderabdruck aus dem 15. Jahresbericht des Naturw. Vereines zu Osnabrück. 1902.



Jupiter und seine Trabanten (18. September 1903.)

von der Sonne. Unter dieser Annahme lassen sich außer den vier zu der Berechnung benutzten noch 17 Kometen nachweisen, die zur Kometenfamilie des „Hades" zu gehören, d. h. von ihm für das Sonnensystem eingefangen und in ihre gegenwärtige Bahn gezwungen zu sein scheinen.

Die Bemühungen, den transneptunischen Planeten photographisch zu ermitteln, haben bisher zu keinem Ergebnis geführt. Das ist bei seiner geringen Helligkeit (13. bis 15. Größe) auch leicht erklärlich. Sind doch weit hellere Planetoiden, z. B. der helle Planet 1904 NY von 8·5 Größe, nicht früher entdeckt worden, während andere, wie Erato (Nr. 62), schon 18 Jahre lang vermißt werden. So könnte auch der Transneptuniker der Beobachtung bisher leicht entgangen sein. Da er aber, wie schon gesagt, in ungefähr 360 Jahren einmal die Sonne umkreisen soll, könnten wir, falls er gerade im uns abgewandten Teil seiner Bahn stünde, hundert Jahre und darüber warten müssen, ehe wir seiner ansichtig würden. Deshalb wollen wir lieber auf das Vergnügen seiner Bekanntschaft vorläufig verzichten und unseren Weg fortsetzen.

Hinaus in die Sternenwelt!

So lautet die Devise unserer weiteren Fahrt, in die Fixsternwelt, welche jetzt die „purpurne Finsternis" erhellt, durch die wir dahinschweben. Die Sonne selbst ist hinter uns zu einem gewaltigen Fixstern von Jupitergröße zusammengesunken, und die Messung mit unserem empfindlichsten Apparat, mit Langleys Bolometer,*) zeigt an, daß wir kaum noch ein Tausendstel der leuchtenden und wärmenden Strahlen erhalten, die sie uns auf Erden spendete. Glücklicherweise sind wir im stande, unserer Maschine so viel überschüssige Kraft zu entziehen, daß wir jederzeit die in ihren Stromkreis eingeschalteten Glühlampen entzünden und dadurch wenigstens, wie es gebildeten Europäern zukommt, in unserer nächsten Umgebung Erleuchtung verbreiten, nebenher auch die Instrumente und Karten ablesen können.

Über die einzuschlagende Richtung werden wir bald einig sein. Wir wählen als erstes Ziel denjenigen Fixstern, den irdische Sternforschung bisher als den sonnennächsten festgestellt hat und der gleichzeitig in der Richtung unserer bisherigen Fahrt liegt: das Gestirn 61 im Schwan, ein mit bloßem Auge kaum noch erkennbares Sternchen 6·5 Größe. Um es in absehbarer Zeit zu erreichen, müssen wir freilich andere Segel aufspannen als bisher. Wir drücken den Hebel unseres Fahrzeuges auf den höchsten erreichbaren Grad, auf Lichtgeschwindigkeit, und dürfen nun hoffen, unser gut 80 Billionen Kilometer entferntes Ziel in rund acht Jahren zu erreichen.

In derselben Richtung saust hinter uns das gesamte Sonnensystem durch den Weltraum, bald allerdings kleiner und kleiner werdend und allmählich zu einem schwachen, nebligen Lichtschimmer zusammenschrumpfend. Denn mit unserer Fahrtschnelligkeit, 299.880 Kilometer in der Sekunde, kann die schwerfällige Eigenbewegung der Sonne von 23 Kilometer „Geschwindigkeit" in derselben Zeit nicht lange konkurrieren. Die Richtung ihrer Bahn hat G. C. Comstock kürzlich aufs neue zu bestimmen versucht. Er gründet seine Untersuchung auf die scheinbaren Bewegungen von 67 lichtschwachen Sternen 9. bis 12. Größe, die während fünfzig Jahren auf verschiedenen Sternwarten genau beobachtet worden sind. Es ergab sich, daß das Sonnensystem sich im Weltraum nach einer Richtung bewegt, die in der Richtung des Sternbildes des Fuchses (Vulpecula) liegt, was mit früheren Ermittlungen, die auf die gemeinsame Grenze der Sternbilder Fuchs, Leier und Herkules hinweisen, gut übereinstimmt. In dieser Richtung legt die Sonne Jahr für Jahr mehr als 700 Millionen Kilometer im Weltraum zurück, ohne daß sich dadurch das Aussehen des gestirnten Himmels selbst nach Jahrtausenden für das bloße Auge merklich verändert: ein Beweis, wie ungeheuer entfernt von uns die in Rechnung gezogenen Fixsterne stehen. Die durchschnittliche Entfernung jener 67 lichtschwachen Sterne vom Sonnensystem ist sicher nicht geringer als 800.000 Milliarden Meilen, eine Entfernung, zu deren Zurücklegung selbst der Lichtstrahl 650 Jahre gebraucht.*)

Bei unserer Fahrtgeschwindigkeit erscheint uns der durchkreuzte Weltraum öde und leer. Mäßigen wir aber unsere Schnelligkeit auf ein Tempo, welches die Sinne wieder erwachen läßt, so gewahren wir, daß allerlei vagabundierendes Volk um uns herumstreicht und unsere Bahn nicht selten in gefahrdrohender Weise kreuzt: überaus locker und lose zusammengeballte riesige Wolken der Urmaterie, aus denen Mutter Natur ihre luftigsten Kinder, die Kometen, formt. Erst wenn solche Massen in den Anziehungsbereich einer Fixsternsonne gelangen, vollzieht sich die Sonderung in Schweif und Kern,

*) S. Jahrbuch I., S. 29.

*) Gaea, 40. Jahrg., Heft 6 (1904).

die wir als ihre charakteristischen Bestandteile ansehen. Der am 16. April 1904 von dem amerikanischen Kometenjäger **Brooks** entdeckte Komet, der erste unter den sechs neuen des Jahres, zeigte diese Sonderung ebenfalls schon: er erschien im Teleskop als Stern 9. Größe mit einem fächerförmigen Schweif. Die Bahnberechnung ergab das merkwürdige Resultat, daß er sich in einer Ellipse um die Sonne bewegt und zu einem Umlaufe fast genau drei Jahre braucht; er würde damit unter allen periodischen Kometen an erster Stelle stehen, da selbst der **Enckesche** Komet nur in Zwischenzeiten von 3·3 Jahren wiederkehrt.

Die Rätsel der **Schweifbildung** haben den Kometenforschern und den Physikern schon viel Kopfzerbrechen verursacht. Wenn **ein** Schweif in der Richtung der Sonne vorhanden wäre, so würde die Schwerkraft zur Erklärung genügen. Gewöhnlich ist der Kometenschweif aber der Sonne abgekehrt, nicht selten entwickeln sich zwei und drei Schweife von verschiedener Länge und Richtung. Den früheren Erklärungen, unter denen besonders die des **Arrhenius** (s. Jahrb. I, S. 40) viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, gesellt **Charles Vernon Boys** eine neue, durch die Radiumforschung inspirierte, die er mit folgenden Worten einleitet:

„Es scheint nicht möglich, jetzt die Erscheinungen der Kometen zu betrachten, ihre geteilten Schweife, ihre Zartheit und Durchsichtigkeit, ihr blasses Licht, das teils reflektiertes Sonnenlicht, teils solches von einem glühenden Gase ist, das allmähliche Abnehmen und Verschwinden dieser Kometen, welche beständig den Sonnengebieten Besuche abstatten, daneben all die Geheimnisse des Radiums, die nun so sehr augenscheinlich sind — ohne die Charakterzüge zu bemerken, in denen sie einander ähnlich sind. Unter Radium verstehe ich natürlich jede Substanz mit den merkwürdigen Eigenschaften, welche das Radium in so hervorragender Pracht zeigt, sie mögen im Laboratorium bekannt sein oder nicht."

Eine der Eigentümlichkeiten des Radiums ist die Aussendung von Strahlen, welche ein Zwölftel der Lichtgeschwindigkeit besitzen und von **Rutherford** als α-Strahlen bezeichnet worden sind. Diese α-Strahlen bestehen nach dem ebengenannten Radiumforscher aus Helium; jeder wiegt zweimal so viel wie ein Wasserstoffatom und hat dasselbe Gewicht, welches nach **Nichols** und **Hull** in der Kometensubstanz beträchtliche Teile besitzen. Diese Partikelchen, die mit einer Geschwindigkeit von einem Zwölftel der Lichtgeschwindigkeit abgeschossen werden, fliegen so schnell, daß, wenn sie sich horizontal auf der Erdoberfläche fortbewegten, die Erdanziehung kaum im stande wäre, ihrer Bahn eine sichtbare Krümmung aufzuzwingen. Hingegen ist ihre elektrische Ladung nicht unbeträchtlich, und eine elektrisierte Sonne, wie sie jetzt ziemlich allgemein angenommen wird, würde ausreichen, die Bahn der Teilchen zu krümmen, die Strahlen umzukehren und sie mit schnell zunehmender Geschwindigkeit fortzusenden, so daß sie einen Schweif bilden. Je nach der Zahl der Strahlenarten, welche die verschiedenen radioaktiven Stoffe zu erzeugen im stande sind, würden sich mehr oder weniger gut begrenzte, doppelte, dreifache oder mehrfache Kometenschweife ergeben.

Nicht nur Schweife, deren Spitzen von der Sonne weggewendet sind, würden gebildet werden, sondern auch jeder negativ geladene Strahl, wie solche das Radium aussenden soll, würde einen zur Sonne hin gewendeten Schweif bilden; und auch solche Schweife sind, wenn schon viel seltener als die abgewendeten, beobachtet worden. Der Kopf oder die Coma des Kometen wäre die Hülle aller der unabhängigen Bahnen, welche den Kern nach allen Richtungen hin verlassen — Bahnen, welche, während ihre Geschwindigkeiten noch von der oben angeführten Art sind, zur Sonne konvexe Hyperbeln bilden würden.

Mittels der Radioaktivität ließe sich auch die Sichtbarkeit und der Spektralcharakter der Kometen erklären. Es ist stets etwas rätselhaft geblieben, wie sich innerhalb einer so ungemein dünnen Masse, wie der Komet ist, Hitzegrade von solcher Höhe bilden können, daß es zur Lichtaussendung kommt. Es wäre ja möglich, obgleich nicht sehr wahrscheinlich, daß die inneren Bewegungen der Teilchen, von denen jedes seine besondere Bahn verfolgt, Zusammenstöße erzeugten, stark und heftig genug, um all das Licht zu erklären, das gesehen wird, und eine hinreichende Temperatur, um die festgestellten Spektrallinien hervorzubringen. Die radioaktiven Körper und ihre Emanationen (Ausströmungen) können aber auch unabhängig von einem solchen Vorgange Licht produzieren. Sir William und Lady **Huggins** haben entdeckt, daß das Spektrum, welches ein Stück Radium in der Luft gibt, Linie für Linie dem Stickstoffspektrum gleicht. Es scheint also, daß die Atome des in der Luft befindlichen Stickstoffs durch die Aktivität des Radiums so beeinflußt werden, daß sie eine Antwort geben, die bisher nur durch elektrische Entladung geweckt worden ist. Nach den Laboratoriumserfahrungen, die uns bisher allein zu Gebote standen, mußte man annehmen, daß zur Erzeugung solcher Spektra eine Temperatur über Rotglut erforderlich sei. Bestätigt sich obige Beobachtung, so kann das Wasserstoff- und das Kohlenwasserstoffspektrum, möglicherweise sogar das Natrium- oder das Eisenspektrum, die bei Kometen beobachtet sind, von kalten Atomen herrühren.*)

Boys nennt seine Ausführungen über den möglichen Zusammenhang zwischen Radioaktivität und Kometen selbst willkürliche Spekulationen, und wir werden abwarten müssen, ob weitere Untersuchungen seine Hypothese bestätigen oder widerlegen.

Die altbewährte Praxis, welche **Cäsar** den Sueben zuschreibt, nämlich längs ihrer Grenzgebiete tageweite Einöden zu schaffen, um vor plötzlichen feindlichen Überfällen sicher zu sein: sie wird auch mit Erfolg von den Fixsternsonnen befolgt. Unser eigenes Sonnensystem ist der beste Beweis dafür: von mächtigeren, Störung drohenden Körpern ist sein Umkreis auf Millionen und Milliarden von Kilometern gereinigt, und was von luftigem

*) Naturwiss. Rundschau, XIX. Jahrgang (1904), Nr. 18 und 19.



Gesindel in den Grenzbezirken umherschweift, wird möglichst schnell unschädlich gemacht. Kaum spürt einer der rastlos kreisenden Grenzwächter, der äußersten großen Planeten, die Annäherung solcher kosmischen Massen, so heißt es gleich:

„Sasa, Gesindel, hier! komm hier!
Gesindel, komm und folge mir!"

Und das Gesindel, husch, husch, husch! kommt hinten nachgeprasselt, wird in den Innenbereich des Systems befördert und hier in feste Bahnen gezwängt oder auch durch Zersplitterung unschädlich gemacht.

Daß derartige Fixsternsysteme wie das unsrige auch in anderen Gegenden des Weltalls vorhanden, daß sie sogar sehr zahlreich vertreten sind, zeigen uns die sogenannten „Veränderlichen", welche unausgesetzt die Aufmerksamkeit der Astronomen in Anspruch nehmen. Seit im Jahre 1596 Fabrizius den ersten Veränderlichen im Walfisch, den später als „Wunderstern" (Mira Ceti) bezeichneten, von 10. Größe im Minimum bis zu 4., zeitweise fast bis zu 1. Größe im Maximum zunehmenden Fixstern, erkannte, ist die Zahl dieser Gestirne auf weit über tausend gewachsen. Wir brauchen nur den Blick ein wenig nordwärts von unserem Ziele zu erheben, so trifft er den Stern UZ im Schwan, der von seiner größten bis zur geringsten Lichtstärke um mehr als zwei Größenklassen abnimmt und uns dieses Schauspiel während unserer Fahrt oft wiederholt bieten wird, da seine Lichtwechselperiode wenig mehr als einen Monat (31·4 Tage) beträgt.

Die Schwankungen des Lichtes bei den Veränderlichen sind bisweilen so groß, daß der Stern im Maximum seiner Helligkeit dem bloßen Auge sehr glänzend erscheint, im schwächsten Lichte, dem Minimum, hingegen selbst in größeren Fernrohren nicht mehr gesehen werden kann. In anderen Fällen umfaßt der Helligkeitswechsel nicht einmal eine Größenklasse und bleibt manchmal zweifelhaft. Ebenso ungleich ist die Dauer oder Periode des Lichtwechsels. Im allgemeinen gehören die veränderlichen Sterne zu den mehr oder weniger roten und die Dauer des Lichtwechsels ist durchschnittlich um so länger, je tiefer der Farbenton erscheint; die Lichtzunahme erfolgt meist rascher als die Lichtabnahme.

Obwohl die Veränderungen bei diesen merkwürdigen Gestirnen sehr mannigfacher Art sind, hat man sie doch in vier gut unterschiedene Klassen trennen können. Der Lichtwechsel beim Stern β der Leyer zeigt zwei Maxima und ein Haupt- sowie ein Nebenminimum der Helligkeit. Er nimmt vom Hauptminimum, 4·5 Größe, zum ersten Maximum, etwas über 3·4 Größe, zu, sinkt auf 3·9, steigt wieder auf 3·4 und beginnt dann gegen Ende des zwölften Tages den Kreis aufs neue. Sterne mit ähnlichem Verlauf der Lichtkurve nennt man deshalb Veränderliche des Lyratypus.

Weit einfacher ist der Lichtwechsel bei dem am Rande der Milchstraße im Perseus sichtbaren Algol (β Persei); er ist auf etwa neun Stunden beschränkt, wiederholt sich regelmäßig nach Ablauf von zwei Tagen 21 Stunden und läßt den Stern von 2·3 auf 3·5 Größe herabsinken. Er gilt als Repräsentant der recht zahlreichen Sterne vom Algoltypus, denen man als Nebenklasse die Antialgolsterne anreihen kann, wenige Gestirne, die, anstatt dunkler, periodisch während kurzer Zeit heller werden.

Sehr unregelmäßig erfolgt der Lichtwechsel bei der oben erwähnten Mira Ceti; auch die Dauer ihrer Periode, durchschnittlich 331 Tage, schwankt. Als Veränderliche vom Miratypus ist ebenfalls eine große Anzahl von Sternen bekannt.

Endlich gibt es noch Sterne, deren Lichtschwankungen ganz unregelmäßig verlaufen, manchmal kaum erkennbar sind und keine bestimmten Perioden innehalten. Als Prototyp dieser gilt der rote Stern α im Orion, und nach ihm bezeichnet man seinesgleichen als die Veränderlichen des Oriontypus. Dieser große, links oben im Orion sichtbare, auch als Beteigeuze bezeichnete Stern ist übrigens nicht der einzige Veränderliche des Sternbildes. Der Orionnebel, eine der gewaltigsten kosmischen Nebelwolken, birgt zahlreiche Gestirne, die ihr Licht periodenweise ändern; von den 1200 bis 1300 Sternen bis 15. Größe, die der Nebel enthält, kann mindestens ein Zehntel als sicher veränderlich gelten.

Diese merkwürdige Häufung Veränderlicher ist auffallend, und man geht vielleicht nicht fehl, wenn man sie mit den Dunstmassen des Orionnebels in Verbindung bringt. Das Eindringen jener fernen Fixsternsonnen in dichtere Teile des Nebels würde sich durch ein Aufleuchten, das Verlassen der Nebelknoten durch Lichtabnahme des betreffenden Sternes bemerklich machen. Ebenso könnte ein Auf- und Abfluten der Nebelmaterie vor jenen Sternen die Veränderlichkeit erklären, obwohl man sichere seitliche Verschiebungen des zarten Nebelschleiers bisher nicht nachgewiesen hat. Dann würden die veränderlichen Sterne von uns aus jenseit, die unveränderlichen diesseit des Nebels im Weltraum liegen.

In den meisten Fällen erklärt sich aber die Eigentümlichkeit der Veränderlichen anders. Sie bestehen gewöhnlich aus einem Sternenpaar oder aus einer Sternengruppe, deren Mitglieder infolge der ungeheuren Entfernung von uns selbst mit den schärfsten Fernrohren nicht zu trennen sind, ihr Dasein aber doch dadurch verraten, daß sie sich zeitweise verdecken und so ihr Licht schwächen. Bei manchen dieser Sternenpaare hat man mittels der Spektralanalyse Genaueres über Umlauf, Größe und Entfernung feststellen können, so auch bei dem berühmtesten Veränderlichen, dem Algol im Perseus.

Was man auf Grund des Lichtwechsels bei diesem schon seit 1667 als veränderlich erkannten Gestirne ermittelt hatte, erschien so unwahrscheinlich, daß Professor H. C. Vogel auf dem astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam die spektroskopische Untersuchung des Algol unternahm. Da ergab sich denn aus einer Reihe höchst sorgfältiger photographischer Aufnahmen des Algolspektrums, verglichen mit gleichzeitigen Aufnahmen des Wasserstoffspektrums, daß die dem Wasserstoff entsprechenden dunklen Linien des Algolspektrums zur Zeit der Helligkeitsabnahme des Algol gegen das rote Ende des Spektrums verschoben waren, während



der Lichtzunahme dagegen nach dem violetten Ende zu. Nun folgt aus der Theorie der Spektralanalyse, daß eine Verschiebung der Linien gegen Rot ein Entfernen der Lichtquelle anzeigt, eine Verschiebung gegen Violett hingegen eine Annäherung an den Beobachter (s. Jahrb. I, S. 15 und 16). Die Messungen der Größe dieser Verschiebungen ergaben, daß Algol vor Eintritt des Minimums sich in jeder Sekunde um 39·3 Kilometer von uns entfernt, nach demselben um 46 Kilometer der Sonne nähert. Sonach beschreibt der Stern während einer Lichtwechselperiode eine geschlossene Bahn um einen ihm benachbarten Punkt, seinen Schwerpunkt, und sein Begleiter mit ihm. Angenommen, diese Bahn ist kreisförmig und liegt ungefähr in der Gesichtslinie zur Erde, so läßt sich die wahre Größe und gegenseitige Entfernung der beiden Weltkörper, die das Algolsystem bilden, berechnen. Diese zweimal sehr sorgfältig ausgeführten Berechnungen ergeben, daß der Algol 1,707.000 Kilometer, sein dunkler Begleiter 1,336.000 Kilometer im Durchmesser hält, daß ihre Mittelpunkte 5,194.000 Kilometer voneinander entfernt sind und die Masse (das Gewicht) des Algol vier Neuntel der Sonnenmasse, die Masse seines Begleiters zwei Neuntel der Masse unserer Sonne beträgt. Algol bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 42 Kilometern, sein Begleiter mit einer solchen von 88 Kilometern in seiner Bahn. Beide Sterne sind von mächtigen Atmosphären umgeben, von denen die des Algol eine große Leuchtkraft besitzt; auch der Begleiter befindet sich noch im Zustande des Selbstleuchtens, doch ist seine Helligkeit geringer als ein Achtzigstel der Helligkeit des Hauptsterns. Die Umlaufszeit des Trabanten um den Algol beträgt nur 2 Tage 20 Stunden 49 Minuten. Die Durchmesser der beiden Weltkörper sind im Verhältnis zum Durchmesser ihrer Bahn so ungewöhnlich groß, daß man ein System wie das des Algol nicht für dauernd stabil glaubte ansehen zu können und meinte, ein solches Sternenpaar müsse nach ziemlich kurzem Bestande aufeinander stürzen. — Ob nicht tatsächlich ein neu aufflammender Stern, eine Nova, dem Zusammensturz eines solchen für unsere Begriffe von Stabilität höchst unsolide fundierten Doppelsystems bisweilen seine Entstehung verdankt?

Wie kommt nun aber eine Veränderlichkeit von Lyratypus mit zwei Lichtschwankungen zu stande? Auch hier hat die spektroskopische Untersuchung Aufschluß gegeben. β Lyrae selbst, der typische Stern dieser Klasse, ist ein Doppelstern, dessen Hauptmasse 18mal so groß wie die Sonnenmasse ist und von einem halb so großen Trabanten umkreist wird. Beide Körper sind nicht kugelförmig, sondern stark abgeplattet und bewegen sich in einer kreisförmigen Bahn, deren Ebene in die Gesichtslinie zur Erde fällt, umeinander; infolgedessen verdecken sie sich von uns aus gesehen häufig. Tritt der hellere der beiden Sterne hinter den lichtschwächeren, so zeigt sich β Lyrae für uns im kleinsten Lichte, im Hauptminimum; steht er seitlich neben ihm, so tritt das erste Lichtmaximum ein; steht der Hauptstern vor dem Begleiter, so sehen wir das zweite Lichtminimum, das Nebenminimum; stehen beide Sterne darauf wieder nebeneinander, so zeigt sich das Gestirn im zweiten Helligkeitsmaximum, worauf die Lichtwechselperiode beendet ist und eine neue anhebt.

Sehr schwierig zu erklären sind die überaus schwankenden, nach Periode und Lichtstärke anscheinend regellos wechselnden Lichtphasen der Veränderlichen vom Miratypus. Doch scheinen auch hier die Helligkeitsveränderungen teils optisch zu sein, also durch das Zwischentreten selbstleuchtender oder dunkler Begleiter verursacht zu werden, teils auf physischen Vorgängen zu beruhen, die der Bildung der Sonnenflecke auf unserer Sonne ähneln; teils mögen sie auch eine Folge von Ebbe und Flut in den Atmosphären einzelner Sterne oder Sternpaare sein.*)

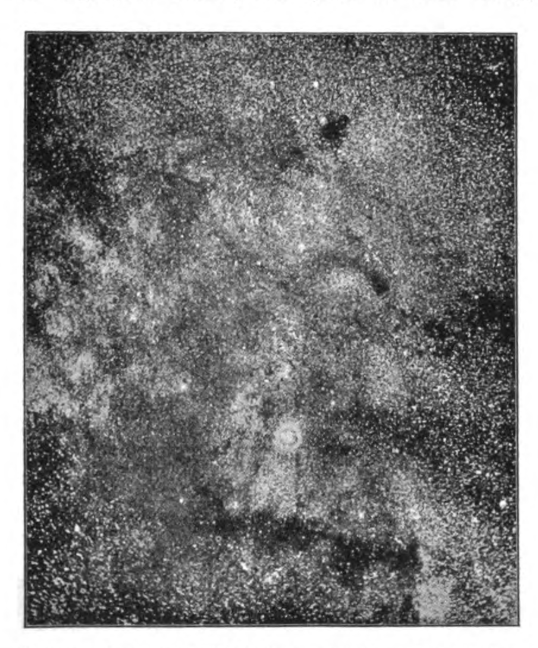
Wenden wir uns nun noch einigen merkwürdigen Doppelgestirnen zu, deren Licht- und Größenverhältnisse in neuester Zeit Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen sind. Sie liegen fast in der Richtung des Zieles, dem wir zufliegen, das eine im Sternbilde des Pegasus, das andere im Füllen (Equuleus). Der im Jahre 1878 als Doppelgestirn entdeckte Stern 85 im Pegasus besitzt einen Hauptstern, welcher in 25·7 Jahren um den Schwerpunkt des Systems rotiert. Da der Begleiter nur den 174. Teil vom Lichte des Hauptsterns zeigt, sollte man erwarten, daß dementsprechend seine Masse ebenfalls nur einen geringen Bruchteil der Masse des hellen Hauptsterns betrüge. Überraschenderweise fand jedoch Comstock, der Leiter des Washburn-Observatoriums, bei seinen Untersuchungen über den Schwerpunkt dieses Doppelsystems, daß die Masse des schwächeren Sterns beinahe zwei Drittel, die des 174mal heller leuchtenden nur gut ein Drittel der Gesamtmasse beider beträgt; letzterer ist also wahrscheinlich auch der kleinere von beiden. Der schwächere, aber größere Stern muß sich also in einem bedeutend abgekühlteren Stadium befinden als der hellere, der dem zweiten Spektraltypus, den sonnenähnlichen Sternen, angehört. Solche scheinbar abnormen Verhältnisse bestehen auch im Siriussystem, wo der Hauptstern, obwohl tausendmal so hell wie sein Begleiter, doch nur die doppelte Masse hat. Aus der Parallaxe des Doppelsterns 85 Pegasi, 0·388″, hat man berechnet, daß der dunkle Begleiter den hellen Stern in der Entfernung des Uranus von der Sonne umkreist. Beide zusammen besitzen 11¼mal so viel Masse wie die Sonne, der hellere ist demnach 4¼-, der dunkle 7mal so schwer wie unser Zentralgestirn.

Wenden wir nun unsere Augen dem Sternbilde des Füllens zu! Hier ermitteln wir mit Hilfe einer Sternkarte leicht den noch mit bloßem Auge sichtbaren Stern δ, ein Gestirn 4. Größe, neben dem William Herschel ein schon mit mäßig großem Fernrohr sichtbares Sternchen 10. Größe entdeckte. Man erklärte daraufhin δ Equulei für einen Doppelstern, doch war diese Annahme verfrüht; denn neuere Beobachtungen haben gezeigt, daß jenes Sternchen 10. Größe zu dem Stern δ in keiner Beziehung steht, sondern nur optisch, d. h. für den Anblick von der Erde aus, zu ihm gehört. Und

*) Die Helligkeitsänderungen der Fixsterne nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft. Von Dr. Klein. Gaea, 40. Jahrgang 1904, Heft 5 und 6.



doch war, wie 70 Jahre später Otto Struve mit dem großen Fernrohr zu Pulkowo entdeckte, der Stern δ ein Doppelstern, indem er aus zwei Sternen 4·5 und 5. Größe besteht, die so nahe beieinander stehen, daß sie nur unter den günstigsten Umständen getrennt sichtbar werden. Dennoch ist es mit Hilfe des Spektroskops möglich geworden, nicht nur die wahre Entfernung der beiden Sterne voneinander, sondern auch ihre Entfernung von unserem Sonnensystem zu ermitteln. Der schwächere Stern umkreist den lichtstärkeren in 5 bis 7 Jahren einmal, und zwar in einer Bahn,



Photogr. Aufnahme der Milchstraße nahe dem Stern Theta Ophiuchi. Von Prof. E. E. Barnard.

deren große Achse einen Durchmesser von 80 Mill. Meilen (etwa 594 Mill. Kilometer) hat. Scheinbar beträgt dieser Durchmesser 0·56″; damit aber eine Strecke von 594 Mill. Kilometern uns unter einem so winzigen Winkel erscheint, muß sie 452 Billionen Kilometer vom Messenden entfernt sein, und dieses ist also die Entfernung des Doppelsterns δ im Füllen von der Erde. Fast 50 Jahre bedarf der Lichtstrahl, um von diesen beiden Sonnen, deren Gewicht fast doppelt (1·89mal) so groß ist wie die Masse unserer Sonne, zu uns zu gelangen. Merkwürdig ist die exzentrische Bahn, in der sich die beiden Gestirne umeinander bewegen: zeitweise um 120 Mill. Meilen voneinander entfernt, können sie sich periodisch bis auf 40 Mill. Meilen nahekommen.

Im Labyrinth der Milchstraße.

Weit und immer weiter hinaus führt uns unser lichtgeschwind dahinsausendes Fahrzeug, und schon beginnt sich das Verlassen des geozentrischen oder heliozentrischen Standpunktes — für solche Entfernungen wie die durchflogenen ist das eins — bemerkbar zu machen: im Gewimmel der Sterne hinter uns verliert sich das Sonnensystem, es machen sich allmählich perspektivische Verschiebungen der Sternbilder geltend, die vor uns liegenden treten sichtlich, wenn auch nur sehr wenig, auseinander, die zurückbleibenden scheinen sich ein wenig zusammenzuschließen. Nur ein Phänomen verharrt in stolzer Unveränderlichkeit, erhaben über Zeit und Raum: die Milchstraße. Auch in der Gegend, auf die wir, dem Sonnensystem voraus, zusteuern, im Sternbilde des Fuchses, das von ihr scheinbar gekreuzt wird, zeigt die Milchstraße keine Änderung des Bildes, das sie unserem Auge von der Erde aus bot.

Wie kolossale Entfernungen müssen zwischen ihr und dem Sonnensystem liegen, da selbst eine Verschiebung des Standpunktes um Milliarden von Kilometern keine Veränderung ihres Aussehens hervorruft! Und wo stecken wir denn eigentlich in diesem gewaltigen Lichtringe, dieser „Fuge der beiden Himmelshalbkugeln, durch die das obere Licht schimmert“, wie Theophrast sich die Sache zu erklären suchte? Zahlreiche tiefgelehrte Abhandlungen sind seitdem über die Milchstraße geschrieben worden; aber daß sie uns des Rätsels volle Lösung gebracht, läßt sich nicht behaupten. Das soll uns jedoch nicht abhalten, den neuesten Arbeiten auf diesem Gebiete der „Sterngeographie“ unsere Aufmerksamkeit zu widmen.

In einer Arbeit über ältere und neuere Ansichten über die Milchstraße*) geht P. Puiseux von den Forschungen der beiden Herschel aus. Der ältere Herschel glaubte festgestellt zu haben, daß die Milchstraße nicht nur optisch, sondern in Wirklichkeit eine Häufung von Sternen bilde, deren Dicke jedoch nicht unbegrenzt, sondern im Vergleich zu dem Abstande, der uns von ihr trennt, schwach sei. Sein Sohn John Herschel erkannte ferner, daß die bei den schwächeren Sternen ausgeprägte Neigung, sich der Milchstraßen-Ebene einzugliedern, für die mit bloßem Auge sichtbaren Gestirne nicht vorhanden sei. Verzeichnet man auf einer Karte nur die Sterne 1. bis 6. Größe, so enthüllt sie uns nichts von dem allgemeinen Verlaufe der Milchstraße, noch weniger von ihren Verzweigungen und feineren Einzelheiten. Auch die glänzenderen Sterne zeigen eine Ebene, in der sie gedrängter und symmetrisch stehen; aber diese ist gegen den Milchstraßenkreis um etwa 20 Grad geneigt, zieht sich auf unserer Halbkugel durch die Sternbilder des Orion, des Stieres, des Perseus, der Kassiopeja, des Cepheus, des Schwans und der Leyer, auf der südlichen Hemisphäre durch die Bilder des Großen Hundes, der Taube, des Schiffs, des Kreuzes, des Zentauren, des Wolfs und des Skorpions. Ebenso wie die Milchstraße, verdoppelt sich dieser Kreis der schönen Sterne auf einer Strecke seines Umfanges. Zieht man nur die Fixsterne 1. bis 4. Größe in Betracht, so kann man unsere Sonne als Bestandteil einer Gruppe von weniger als 500 Sternen auffassen, welche ihr Abbild im Plejadenhaufen findet und der Milchstraßenebene nicht fern liegt. Unser Platz in dieser Gruppe würde neben den Sternbildern Schlangenträger (Ophiuchus) und

*) Bulletin Astronomique, Tome XXI, Mai 1904.

Herkules sein, denn in dieser Gegend verliert der Ring der schönen Sterne seine Deutlichkeit.

Einen festeren Boden hinsichtlich der Verteilung der größeren Gestirne gewinnen wir, wenn wir die Ergebnisse der Spektralanalyse der Fixsterne betrachten. Zerlegt man das Licht der Gestirne mit Hilfe eines Prismas oder Gitters, so kann das erhaltene Spektrum sehr verschiedenen Charakter zeigen. Das hat dazu geführt, die Fixsterne unabhängig von ihrer Stellung und scheinbaren Größe in drei Klassen einzuteilen. Die erste Kategorie, weiße Sterne mit bläulichem Schimmer, besitzt ein zusammenhängendes, fast nur von Wasserstofflinien unterbrochenes Spektrum. Die zweite Klasse, weiße Sterne mit gelbem Schimmer, zeigt ein Spektrum mit zahlreichen deutlichen Metalllinien, im allgemeinen dieselben, die man im Spektrum der Sonne trifft. Beide Kategorien besitzen noch durch besondere Merkmale ausgezeichnete Unterabteilungen, die wir übergehen können. Die folgende Kategorie umfaßt verhältnismäßig wenige, rote Sterne mit einem von dunklen Linien und zahlreichen Banden durchzogenen Spektrum. Es wäre verfrüht, hinsichtlich der Verteilung dieser lichtschwachen Sterne allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Betrachten wir die beiden ersten Klassen, die reichsten und am besten bekannten, so kann als ausgemacht gelten, daß die Mitglieder der zweiten, die gelben Sterne, eine weniger hohe Temperatur als die blauen haben, daß sie bei demselben sichtbaren Glanz ein geringeres Strahlungsvermögen besitzen und daß sie einen weit beträchtlicheren Prozentsatz von Sternen mit starker Eigenbewegung umfassen. Es wird dadurch sehr wahrscheinlich, daß diese gelben Fixsterne, zu denen unsere Sonne gehört, eine räumlich verhältnismäßig beschränkte Gruppe bilden und daß ihre im allgemeinen ziemlich starke Leuchtkraft weniger auf ihrem inneren Glanz als auf ihrer Nähe beruhen dürfte. Diese Annahme findet eine Bestätigung, wenn wir die Verteilung der beiden Sternklassen prüfen. Die erste Klasse (blaue) ist offenbar auf die Milchstraße konzentriert und würde dieses Streben wahrscheinlich noch ausgeprägter zeigen, wenn das Spektralstudium auch die sehr schwachen Sterne in seinen Bereich gezogen hätte. Die gelben Sterne zeigen dagegen diese Tendenz keineswegs und häufen sich vielmehr um den Nordpol des Erdäquators. Wir kommen so zu der schon vor 150 Jahren von Lambert ausgesprochenen Idee, uns als Bürger einer ziemlich gut begrenzten Gruppe zu betrachten, die weit ausgedehnter als das Sonnensystem, aber viel beschränkter als die Milchstraße ist und sich in einer anderen Richtung als diese ausdehnt.

Neue Tatsachen über die Stellung der Sterne zur Milchstraße hat das Studium der großen, in den letzten Jahrzehnten vorgenommenen photographischen Sternaufnahmen ergeben. Sie bestätigen zunächst hinsichtlich der sichtbaren Sterne (1. bis 6. Größe) die schon von J. Herschel und Dr. Gould angezeigte Tatsache, daß die glänzenden Gestirne sich in keiner Weise auf die Milchstraße konzentrieren. Aber auch bei der folgenden Größenklasse zeigt sich eine solche Häufung nicht. Die Schnittpunkte der Milchstraßenebene mit dem Äquator und, allgemeiner gesagt, der ganze Äquator sind auch für Sterne dieser Größe ärmer als der Himmel durchschnittlich. Erst wenn wir Sternkarten betrachten, auf denen Gestirne der 7·5. und geringerer Größenklassen eingetragen sind, tritt allmählich eine Häufung in der Gegend der Milchstraße hervor, und je weiter wir in der Betrachtung der Sterngrößen abwärts gehen, desto klarer gruppieren sie sich längs der Milchstraßenebene. Aber — wohlgemerkt — auch diese Größenklassen sind es noch nicht, welche die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Besonderheiten des Baues der Milchstraße hervorbringen; die dunkleren Stellen, z. B. der Kohlensack des Südlichen Kreuzes, die Lücken zwischen den Verzweigungen, erweisen sich als ebenso sternenreich wie ihre Nachbargegenden, wenn man nicht unter die Sterne 10. Größe herabgeht.

So ergibt sich also die bekannte Zeichnung der Milchstraße einzig und allein aus dem Vorhandensein einer Unzahl sehr kleiner Sterne, die für den unbewaffneten Blick und selbst für viele astronomische Fernrohre ineinanderfließen, in dem Riesenteleskop Herschels aber getrennt sichtbar waren.

Stratoneff, der Astronom des Observatoriums zu Taschkent, der sich der mühevollen Arbeit unterzog, die Sterne nach Größenklassen auf verschiedenen Karten zu vereinigen und dann ihre Verteilung in bezug auf die Milchstraße zu prüfen, erreicht also mit diesen Sondierungen die Grenzen des sichtbaren Weltalls keineswegs. Er konnte nur die Sterne bis zur 10. Größe abwärts prüfen, und es wäre wünschenswert, daß seine Arbeit auf breiterer Basis, bis zur 15. Größe hinab, wieder aufgenommen würde. Die Vergleichung seiner Karten läßt uns erkennen, daß eine ziemlich beträchtliche Zahl von Sternhaufen existiert, die sämtlich ungefähr in der Milchstraßenebene liegen. Die einen von ihnen berühren und durchdringen sich, während andere durch verhältnismäßig leere Räume getrennt sind. Nur für die uns benachbarten Schwärme ist es möglich, den mittleren Abstand, die Gestalt und Dichtigkeit festzustellen.

Der interessanteste ist natürlich der, mit dem wir verschmolzen sind. Stratoneff bezeichnet ihn mit dem Buchstaben A. Dieser Sternhaufen liegt ein wenig nördlich von der Milchstraßenebene und dehnt sich mehr nach Norden als nach Süden aus. Seine Breite übersteigt nirgends das Doppelte des Abstands von der Sonne bis zu den Sternen 6·5. Größe. Drei andere Sternhaufen, nach diesem unsere nächsten Nachbarn, nehmen die Sternbilder des Fuhrmanns, des Schiffes und des Skorpions ein. Ihre nächsten Teile sind durchschnittlich so weit wie die Sterne der Größe 6·6, ihre fernsten wie diejenigen 9. Größe von uns entfernt.

Diese Sternhaufen, deren wirkliches Dasein sich nicht bezweifeln läßt, bilden ihrerseits die Grundbestandteile neuer Vereinigungen und setzen bestimmte Figuren zusammen. Oft formen sie sich zu Ringen, in deren leerem Innern isolierte Haufen wogen: das sind gewissermaßen kleine Milchstraßen in der großen.

Will man Systeme, die nach Ausdehnung und Zusammensetzung der Milchstraße im eigentlichen Sinne an die Seite zu setzen sind, so muß man sich



den Spiralnebeln zuwenden. Ihnen begegnen wir in jeder Entfernung von der Milchstraße, und sie erscheinen nicht in physischem Zusammenhange mit den Gestirnen. Sie lösen sich, durch unsere Instrumente angeschaut, nicht in Sternmassen auf; aber bei denen, deren Glanz erlaubt, sie mittels der Spektralanalyse zu studieren, zeigt das Spektrum doch Sterncharakter, so z. B. bei dem großen Andromedanebel (s. Jahrb. II, S. 15 und 18); deshalb möchte man glauben, daß ihre Unauflösbarkeit nur eine Folge ihrer ungeheuren Entfernung sei. Aus dem Bau, die die Spiralnebel auf genügend lange exponierten Platten zeigen, schließt Puiseux, daß diese Nebelmassen uns wahrscheinlich das Bild bieten, welches die Milchstraße geben würde, wenn sie von einem genügend weit entfernten Standpunkte außerhalb ihrer Ebene betrachtet würde.

Zu demselben Schlusse, daß nämlich **die Milchstraße nicht einen einfachen Ring, sondern einen gewaltigen Sternenwirbel**, eine „**galaktische Spirale**" bildet, gelangt C. Easton in der sehr eingehenden und scharfsinnigen Abhandlung: „Eine neue Theorie über die Milchstraße."*) Easton prüft zuerst die Voraussetzung, daß die Milchstraße kreis- oder ringförmige Gestalt besitze, und fragt dann nach der Stellung des Sonnensystems zu diesem Ringe. Er prüft nacheinander folgende fünf Fälle:

Die Sonne befindet sich im Zentrum des Ringes; sie steht exzentrisch, d. h. etwas seitlich zum Mittelpunkt des Ringes; sie befindet sich nahe dem inneren Rande des Ringes; sie hat ihre Stellung in dem Ringe selbst; ihr Ort befindet sich am äußeren Rande des Ringes.

In den beiden letzten Fällen würde die Milchstraße uns nicht in Form eines geschlossenen Ringes erscheinen können. In der dritten Stellung würde sie in einer Richtung, nämlich dort, wo die Sonne dicht neben ihr steht, sehr breit, unbestimmt und sehr schwach auftreten; es hinge von der Dicke des Ringes ab, ob ihr Licht in diesem Teile noch bemerkbar bliebe. Die unter 3 bis 5 erwähnten Stellungen der Sonne werden also durch das Aussehen, das uns die Milchstraße bietet, widerlegt. Am besten läßt sich ihr Aussehen mit der exzentrischen Stellung der Sonne in Einklang bringen. Daß sie nicht im Zentrum oder in der Nähe des Zentrums stehen kann, läßt sich durch folgende Beobachtung widerlegen.

Ein Blick auf das Aussehen der Milchstraße an einem klaren August- oder Septemberabend genügt, um eine bis jetzt anscheinend viel zu wenig beachtete Eigentümlichkeit derselben zu zeigen: nämlich die weit größere Helligkeit der Milchstraße in der Nähe des Sternbildes des Adlers (bezeichnet durch den Stern 1. Größe Atair), verglichen mit den Partien in der Umgebung des Sternbildes Einhorn (zwischen dem Kleinen und Großen Hund, Prokyon und Sirius). Hieraus kann man schließen, daß in der ersteren Richtung die Anzahl der Sterne weit größer ist als in der anderen. Diese ungleiche Häufigkeit der Sterne der Milchstraße in den beiden angedeuteten Richtungen tritt noch deutlicher in den Sternzählungen und Sterneichungen hervor. W. Herschel fand in der Gegend des Adlers (Aquila) im Gesichtsfelde seines Teleskops durchschnittlich 162 Sterne, im Sternbilde des Einhorns (Monoceros) nur die Hälfte. In ähnlicher Weise ergaben Celorias sorgfältige systematische Zählungen der Sterne bis zur 11. Größenklasse in einem Streifen von 6 Grad Breite am Himmelsäquator 58.883 Sterne in der Hälfte des Streifens, welche von der Milchstraße im Adler durchschnitten wird, und nur 43.822, also etwa drei Viertel soviel, in der entgegengesetzten Hälfte.

Denkt man sich die Milchstraße durch eine Linie halbiert, welche die Sternbilder Kassiopeja und Südliches Kreuz verbindet, so findet man von den hellen Flecken und Regionen der Straße, welche Houzeau in seiner Uranométrie générale aufzählt, in der einen Hälfte, die das Sternbild des Einhorns einschließt, nur 4 bis 5 mäßig helle und keinen einzigen sehr hellen Flecken, in der anderen dagegen, der das Sternbild Adler angehört, 7 oder 8 ziemlich helle und 7 sehr helle Flecken. Auch daraus läßt sich schließen, daß, wenn überhaupt ein Milchstraßenring existiert, die Sonne der einen Hälfte dieses Ringes beträchtlich näher steht als der anderen.

Aber Easton bestreitet überhaupt die Existenz dieses Ringes, den nur das unbewaffnete Auge uns vortäuscht. Die Annahme der kreisförmigen Gestalt der Milchstraße führt zu folgendem Dilemma: Der Milchstraßenring ist ein Ring mit sehr hervortretenden, sozusagen systematisch zu gewissen Teilen seines Umfanges gruppierten Unregelmäßigkeiten, was äußerst unwahrscheinlich ist, oder: er wird auf der Hälfte seines Umfanges beträchtlich breiter — was nicht wahrscheinlicher ist.

Wenn es nun aber nicht möglich ist, die Sternanhäufungen der Milchstraße im ganzen als Ring oder als zwei ineinander verschlungene Ringe zu betrachten, was auch manche Forscher versucht haben, so schließt anderseits der Anblick der Milchstraße in keiner Weise die Existenz ringförmiger Segmente oder Ströme oder Schichten von Sternen aus. Ihr Aussehen stimmt nicht mit der Vorstellung überein, als sei sie nur ein von unseren Augen geschaffenes, in den Raum projiziertes Bild von Sternhaufen, die rein zufällig im Raume zerstreut sind. Von den zahlreichen Beweisen, die Easton für einen gesetzmäßigen Aufbau der Milchstraße anführt, bemerkt man auf den Photographien kaum etwas; denn diese umfassen ein viel zu kleines Stück der Straße, sind zwar für das Studium ihrer Einzelheiten vorzüglich, lassen aber die größeren Züge ihres Bildes nicht hervortreten.

So führt eine allumfassende Betrachtung der Milchstraße zu dem Schlusse, daß dieses wunderbarste aller Himmelsgebilde eine gewaltige Spirale bildet, mit einer zentralen Sternanhäufung im Schwan, wo der sonst so schwache sekundäre Arm zwischen den Sternen β und γ sehr glänzend erscheint. Die Windungen dieser Spirale liegen jedoch nicht in einer Fläche, sondern hauptsächlich in zwei Ebenen, die einen Winkel von etwa 20 Grad mit-

*) Gaea, 37. Jahrgang, Heft 1. Gaea, 40. Jahrgang, Heft 9.

einander bilden. Die auf diese Weise erhaltene Darstellung der Milchstraße ähnelt auffallend den Gestalten der Spiralnebel, wie sie uns in den besten Photographien enthüllt werden.

Es ist möglich, daß unsere Sonne und die Gruppe von Sternen, die nach den Untersuchungen von Schiaparelli, Gould und Kapteyn mit ihr ein untergeordnetes Glied im Milchstraßensystem bildet, nur einer der Sternhaufen sind, welche in den Windungen der galaktischen Spirale stecken. Easton hält es jedoch für wahrscheinlicher, daß der Sonnen-Sternhaufen, der exzentrisch in bezug auf die Windungen der Milchstraße liegt, dessenungeachtet nicht weit vom Mittelpunkt der zentralen Verdichtung des Systems stehe, und daß diese zentrale Kondensation gleichzeitig den Mittelpunkt für die Windungen des Milchstraßensystems bilde.

Nun, was wollen wir mehr! Stehen wir da nicht wieder im Mittelpunkt der Welt, aus dem wir uns schon mit Bedauern verdrängt sahen? Und welcher Welt! Professor Seeliger, der sich auch eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat und für eine Autorität auf diesem Gebiete gilt, ist zu der Annahme gelangt, daß die uns sichtbaren Gestirne zu einem für sich abgeschlossenen Sternsystem gehören, dessen Ausdehnung natürlich ungeheuer groß, aber doch in denkbarer Weise abzumessen, d. h. begrenzt sei. Die Anordnung der Gestirne in unserem Sternsystem hängt in ausgeprägter Weise von ihrer Lage zu der Milchstraßenebene ab; die Zahl der Sterne, die zu ihm gehören, mag etwa 30 bis 40 Millionen betragen. Will man noch dem Milchstraßensystem gleichgeartete Systeme annehmen, so müssen diese von dem unsrigen in Entfernungen schweben, die einer höheren Ordnung der Dimensionen unseres Systems entsprechen würden.

Unter so bewandten Umständen liegt die Gefahr allzu nahe, daß wir uns bei der Fortsetzung unserer kühnen Fahrt rettungslos in den Spiralwindungen der Milchstraße verlieren und den Rückweg zur heimischen Sonne nimmer wiederfinden. Folgen wir daher dem Triebe der Selbsterhaltung und wenden wir den Kurs unseres Fahrzeuges wieder jenem winzigen Sternchen zu, dessen Strahlen mit ihrem wärmenden und belebenden Schein alles umschließen, was uns lieb und teuer war. Gibt's nicht auch da genug zu forschen und zu fragen?

Ungalante Fragen.

Selbst so indiskrete Fragen wie die nach ihrem Alter und ihren voraussichtlichen ferneren Schicksalen nimmt Frau Sonne nicht übel, wenn sie es uns auch gerade nicht leicht macht, sie zu beantworten. Sie weist uns zunächst an ihre Kinder und überläßt es uns, aus dem für sie errechneten Alter das ihrige zu bestimmen, wobei die großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Resultaten beweisen, daß wir mit diesen Berechnungen wohl noch sehr auf dem Holzwege sind.

Als die Erde sich einstmals von der Sonne loslöste und zur Kugel zusammenballte, muß die Oberfläche der Sonne, deren Dunstball ursprünglich bis über die Neptunsbahn hinausreichte, bis zur Erdbahn ausgedehnt gewesen sein. Es läßt sich nun, da wir den jährlichen Betrag der Sonnenzusammenziehung kennen, ungefähr ausrechnen, wie lange die Sonne gebraucht hat, um sich von den Grenzen, die sie bei der Geburt der Erde besaß, bis auf ihren heutigen Umfang zusammenzuziehen. Der Druck der höheren Schichten auf die unter ihnen liegenden, die innere Arbeit der Schwere läßt den Sonnendurchmesser jährlich nur um rund 90 Meter einschrumpfen, das ist ein so verschwindend kleiner Betrag, daß die Sonne dadurch von uns aus gesehen nach 1000 Jahren kaum um das Zehntel einer Bogensekunde kleiner erscheinen würde. Um sich vom Durchmesser der Erdbahn bis auf ihren heutigen Umfang zusammenzuziehen, bedurfte es demnach der Zeit von 48 Millionen Jahren. So alt ist also mindestens unsere gute Mutter Erde, und wir dürfen uns daher über die vielen Runzeln ihres altersgrauen Antlitzes nicht wundern.

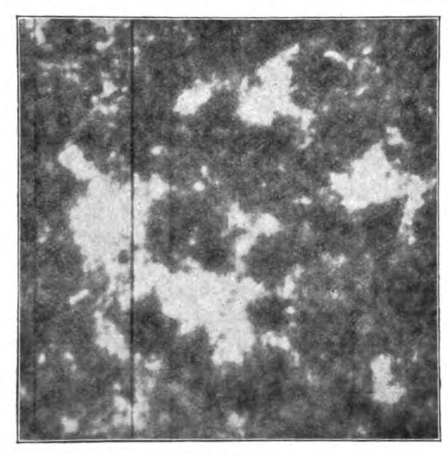
Nach derselben Methode hat Dr. M. W. Meyer*) auch das absolute Alter der übrigen Planeten berechnet und dabei die merkwürdige Tatsache gefunden, daß jeder folgende Planet immer um ziemlich genau fünf Millionen Jahre älter ist als sein nächstjüngerer Bruder. Daraus ergeben sich einige interessante Schlußfolgerungen. Wäre der Zeitabschnitt zwischen der Abschleuderung je zweier Nachbarplaneten mit fünf Millionen Jahren nicht zu gering angenommen, so könnte Frau Sonne seit der Geburt des Erdballs noch neunmal mit je einem Planeten niedergekommen sein. Wir kennen von diesen späteren Sprößlingen nur noch zwei, Venus und Merkur; es fehlen uns also noch sieben, die wir vielleicht niemals entdecken werden, sei es, weil sie zu klein, sei es, weil sie überhaupt nicht vorhanden sind. Zu letzterer Annahme neigt die astronomische Welt augenblicklich; aber solche Ansichten ändern sich bisweilen überraschend schnell, und es bleibt beachtenswert, daß, während Meyer für die beiden sonnenfernsten dieser intramerkuriellen Planeten eine Umlaufszeit von 39 bezw. $17^1/_2$ Tagen berechnete, Wolf aus ganz anderen Gründen einen solchen Planeten mit 42 Tagen Umlaufszeit vermutete und Leverrier an die Existenz eines anderen glaubte, der in 19·7 Tagen die Sonne umkreist.

Meyer gibt selbst zu, daß seine Berechnung des absoluten Alters der Planeten von der nie zu ergründenden Wahrheit gewiß leicht um viele Mill. Jahre abweichen kann. Es ist gut, daß wir uns diese Aufrichtigkeit stets vergegenwärtigen, um nicht angesichts abweichender Forschungsergebnisse irre an der Wissenschaft zu werden. Wie sagte doch Goethe so treffend: „Hypothesen sind Gerüste, die man vor dem Gebäude aufführt, und die man abträgt, wenn das Gebäude fertig ist; sie sind dem Arbeiter unentbehrlich; nur muß er das Gerüst nicht für das Gebäude ansehen.“ Und weiter: „Hypothesen sind Wiegenlieder, womit der Lehrer seine Schüler einlullt; der denkende treue Beobachter lernt immer mehr seine Beschränkung kennen; er sieht, je weiter sich das Wissen ausbreitet, desto mehr Probleme

*) Die Königin des Tages und ihr Reich, 2. Aufl., S. 266 ff.

kommen zum Vorschein." (Weim. Ausg. II. Abt., Band 11, S. 132.)

Nach der Formel M. W. Meyers müßten seit der Geburt des ersten Planeten, des Neptun oder des problematischen Hades, 78 bezw. 83 Mill. Jahre verflossen sein. Das wäre demnach das Alter der Sonne seit ihrer ersten Niederkunft. Die Schöne lächelt uns zu, ein Zeichen, daß sie sich durch diese Ziffern nicht beleidigt fühlt; und in der Tat, es ist ihr schon übler mitgespielt worden. Lord Kelvin z. B. hatte vor einiger Zeit Berechnungen über die Energieverluste der Sonne angestellt und daraus geschlossen, daß, wenn diese Energiemengen lediglich ein Ergebnis der Sonnenzusammenziehung sein sollen, die Sonne sicherlich vor 500 Millionen Jahren die Erde noch nicht beleuchtet haben könnte, wahrscheinlich sogar nicht einmal vor 100 Millionen Jahren. Anderseits könne alsdann das Fortdauern der Sonnenstrahlung kaum noch für viele Millionen Jahre erwartet werden.



Struktur der Kalzium-Flocken der Sonne.

Danach wäre die strahlende Schöne schon so etwas wie eine Matrone. Doch nur Geduld, sie hat schon ihren Ritter gefunden, der sie gegen solche Unterstellungen glänzend rehabilitiert hat. G. H. Darwin, der Astronom unter den Söhnen des großen „Weisen von Down", hat kürzlich die Rechnung Lord Kelvins unter etwas veränderter Beurteilung des Energieverlustes, den die Sonne bei ihrer Zusammenziehung erleidet, wiederholt und gefunden, daß das wahrscheinliche Alter der Sonne, d. h. die Zeit, seit der sie ihre Strahlen der Erde spendet, sogar nur 12 Millionen Jahre betrage. Seitdem aber die radioaktiven Stoffe entdeckt sind, fallen alle derartigen Berechnungen in sich zusammen, da sie eine Energiequelle bilden, die auch ohne Zusammenziehung unablässig sprudelt. Darwin weist in einem an die „Nature" gerichteten Schreiben vom 20. September 1903 hierauf hin und fährt dann fort: „Da wir jetzt wissen, daß ein Atom Materie fähig ist, in sich selbst einen enormen Energievorrat zu besitzen, so haben wir meiner Ansicht nach kein Recht, zu behaupten, die Sonne sei unfähig, Atomenergie freizumachen in einer Stärke, vergleichbar mit der, die sie entwickeln könnte, falls sie aus Radium bestünde. Demgemäß sehe ich keinen Grund, daran zu zweifeln, daß man die aus der Gravitationstheorie abgeleitete Abschätzung des Energievorrats der Sonne sehr wohl durch einen solchen Faktor auf den zehn- oder zwanzigfachen Betrag erhöhen könnte."

Die Geologen forderten für die Entwicklung der Erdschichten schon längst Zeiträume, welche die von den Astronomen zugestandenen beträchtlich übertrafen. Kommen die letzteren mit Zehnern oder Hunderten von Jahrmillionen aus, so benötigen die Geologen mehrerer hundert, ja sogar tausend Millionen Jahre, und der Berechnung des vergangenen Zeitraums entspricht natürlich auch die Abschätzung des bis zu völliger Abkühlung und zum Erlöschen der Sonne noch bevorstehenden. Warten wir ab, ob die streitenden Parteien sich einigen werden, und nehmen wir unterdes noch Kenntnis von einigen durch das Spektroskop ermittelten Vorgängen auf der Sonnenoberfläche.

Mittels einer neuen, ziemlich komplizierten Art von Spektralaufnahmen haben zwei Astrophysiker, Hale und Ellesman, Kalzium- und Wasserstoffwolken in großer Ausdehnung auf der Sonne festgestellt. Die Kalziumflöckchen bestehen aus Gruppen von Dampfsäulen, die aus den tiefsten Schichten der Sonnenatmosphäre aufsteigen und sich während des Aufstieges immer mehr ausbreiten. Der große Sonnenfleck vom 9. Oktober 1903 zeigte sich fast ganz verhüllt von solchen hellen Lichtmassen. Die Kalziumwolken erstreckten sich über eine Länge von 40.000 Meilen (= $^1/_5$ des Sonnendurchmessers). (Astrophys. Journ., Bd. 19, S. 41.)

Um gewisse merkwürdige Erscheinungen im Spektrum der Sonnenfackeln deuten zu können, hat man sich bemüht, die gleichen Veränderungen im Laboratorium durch Experimente hervorzubringen. Auf diese Weise ist es Humphreys kürzlich gelungen, gewisse helle Spektrallinien im Innern dunkler Absorptionsstreifen des Spektrums zu erklären. Danach handelt es sich beim Entstehen dieser — doppelt umgekehrten — Linien um zwei völlig getrennte Lichtquellen: die eine liegt in der Tiefe der Sonnenatmosphäre, wo das betreffende Material reichlich vorhanden ist und daher breite, dunkle Umkehrungslinien erzeugt; und darüber schwebt mehr oder minder abgesondert eine selbstleuchtende, nur verhältnismäßig wenig von jener Substanz enthaltende Wolke, welche die feinen hellen Linien erzeugt. (Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III [1903/04], Nr. 28.)

Wichtiger als diese „mit Hebel und mit Schrauben" erzwungenen Erkenntnisse scheint das Studium und die Ermittlung radioaktiver Vorgänge auf der Sonne werden zu sollen. Da diese Vorgänge in engem Zusammenhange mit den meteorologischen Faktoren auf der Erde stehen, so wollen wir sie im folgenden Kapitel betrachten und hier noch einen Moment bei den Beziehungen von Erde und Mond zueinander und zum großen Weltganzen verweilen.

Heimwärts zum Erdplaneten.

Der Sonne konnten wir uns mit unserem Weltautomobil leider nicht genügend nähern, um uns

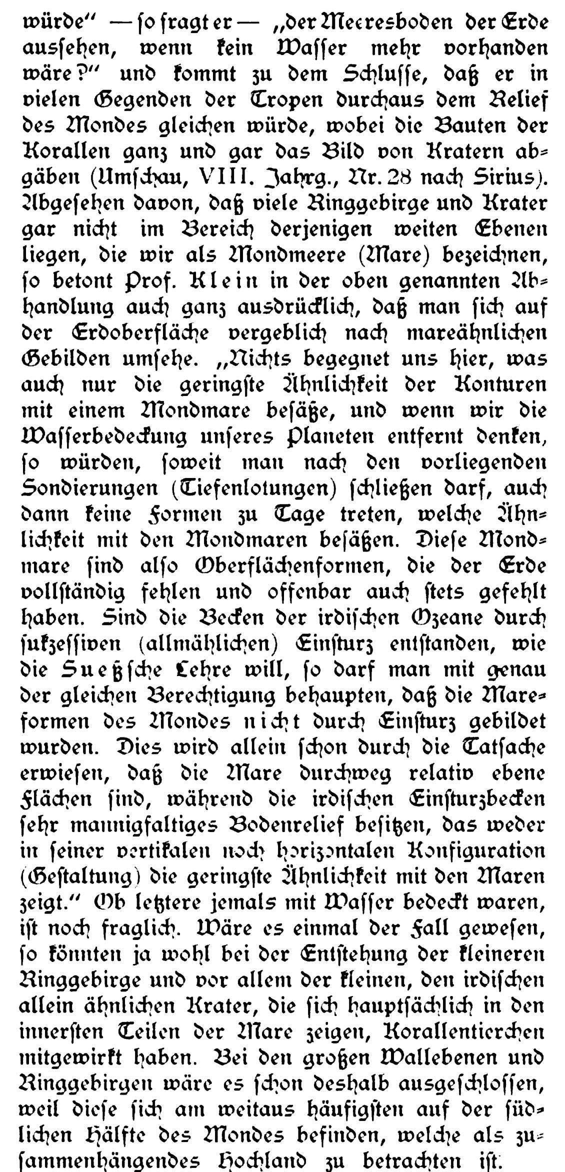


durch Selbstschauen zu überzeugen, ob die so scharfsinnig angelegten Vermutungen der Physiker zutreffend sind oder nicht. Lassen wir sie den feurigen Ritt durch die Welt fortsetzen, und wenden wir uns dem minder gefährlichen Monde zu, der unserer Wißbegierde auch noch manches unenthüllte Rätsel bietet.

Man pflegt die vulkanischen Bildungen der Erdoberfläche mit denen des Mondes in Parallele zu stellen und die *Entstehung der Mondkrater, Wälle und Ringgebirge* durch Vorgänge zu erklären, wie wir sie noch jetzt auf der Erde erleben. Auf das Unberechtigte dieser Übertragung verweist Prof. Dr. Herm. J. *Klein*, einer der bedeutendsten Mondforscher der Gegenwart, in einem Aufsatze „Kosmischer und irdischer Vulkanismus".*) Als Ergebnis seines fast dreißigjährigen Mondstudiums stellt Prof. *Klein* die Tatsache fest, daß zwischen den Formationen der Mondoberfläche und den Vulkanbildungen der Erdrinde *im allgemeinen keine Ähnlichkeit* besteht. Besäße der Mond auch Millionen Krater, jeder so groß wie der Durchmesser des Kraters auf dem Ausbruchskegel des Vesuvs, so wären sie selbst mit den größten Teleskopen von der Erde aus nicht wahrnehmbar, obwohl uns ein Mondberg von dem Umfange und der Höhe des Vesuvs auch an gewöhnlichen Fernrohren in keiner Weise entgehen kann. Stünde der Ätna auf dem Monde, so wäre seine Krateröffnung von uns aus nicht zu erkennen; wohl aber würde der ganze Berg sich als imposantes Objekt darstellen. Doch finden sich ebenso hohe und so isolierte Kegel auf dem Monde nur selten.

Vielfache Übereinstimmung zeigt sich nur zwischen den irdischen Vulkanen und den kleinen und kleinsten Kratern des Mondes, die sich hin und wieder noch jetzt zu bilden scheinen, ein Beweis dafür, daß die vulkanische Tätigkeit auf unserem Trabanten, wenn auch im Erlöschen begriffen, doch noch schwacher Äußerungen fähig ist. Die sämtlichen anderen kreisförmigen Mondgebilde sind auf der Erde nicht vertreten und waren es auch niemals. Die störende Wirkung der Erde, als des an Masse weit überwiegenden Körpers, hat auf dem Monde gewaltige Wallungen der inneren heißen Materie und damit Eruptionen erzeugt, wie sie auf Erden wohl niemals aufgetreten sind. Denn der Erde gegenüber fehlte ein Körper von so gewaltiger fluterzeugender Kraft, wie die Erde ihn gegenüber dem Monde repräsentiert. Mit der zunehmenden Erkaltung beider Körper und dem daraus hervorgehenden Dickerwerden der Erdkruste und der Mondrinde hat auf beiden die vulkanische Kraft stetig abgenommen und wird es voraussichtlich nie mehr zu so gewaltigen Wirkungen bringen, wie sie sich uns in den Maren, Kraterkegeln und Ringgebirgen der Mondoberfläche offenbaren.

Wie das Satyrspiel nach der Tragödie berührt es uns, wenn Dr. H. *Voigt* die Mondkrater, welche man bisher nur unter Annahme ungeheurer vulkanischer Kräfte oder durch den Aufprall von Meteorschauern erklären zu können glaubte, der aufbauenden Tätigkeit von Korallentierchen zuschreibt. „Wie


würde" — so fragt er — „der Meeresboden der Erde aussehen, wenn kein Wasser mehr vorhanden wäre?" und kommt zu dem Schlusse, daß er in vielen Gegenden der Tropen durchaus dem Relief des Mondes gleichen würde, wobei die Bauten der Korallen ganz und gar das Bild von Kratern abgäben (Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 28 nach Sirius). Abgesehen davon, daß viele Ringgebirge und Krater gar nicht im Bereich derjenigen weiten Ebenen liegen, die wir als Mondmeere (Mare) bezeichnen, so betont Prof. *Klein* in der oben genannten Abhandlung auch ganz ausdrücklich, daß man sich auf der Erdoberfläche vergeblich nach mareähnlichen Gebilden umsehe. „Nichts begegnet uns hier, was auch nur die geringste Ähnlichkeit der Konturen mit einem Mondmare besäße, und wenn wir die Wasserbedeckung unseres Planeten entfernt denken, so würden, soweit man nach den vorliegenden Sondierungen (Tiefenlotungen) schließen darf, auch dann keine Formen zu Tage treten, welche Ähnlichkeit mit den Mondmaren besäßen. Diese Mondmare sind also Oberflächenformen, die der Erde vollständig fehlen und offenbar auch stets gefehlt haben. Sind die Becken der irdischen Ozeane durch sukzessiven (allmählichen) Einsturz entstanden, wie die *Sueßsche* Lehre will, so darf man mit genau der gleichen Berechtigung behaupten, daß die Mareformen des Mondes *nicht* durch Einsturz gebildet wurden. Dies wird allein schon durch die Tatsache erwiesen, daß die Mare durchweg relativ ebene Flächen sind, während die irdischen Einsturzbecken sehr mannigfaltiges Bodenrelief besitzen, das weder in seiner vertikalen noch horizontalen Konfiguration (Gestaltung) die geringste Ähnlichkeit mit den Maren zeigt." Ob letztere jemals mit Wasser bedeckt waren, ist noch fraglich. Wäre es einmal der Fall gewesen, so könnten ja wohl bei der Entstehung der kleineren Ringgebirge und vor allem der kleinen, den irdischen allein ähnlichen Krater, die sich hauptsächlich in den innersten Teilen der Mare zeigen, Korallentierchen mitgewirkt haben. Bei den großen Wallebenen und Ringgebirgen wäre es schon deshalb ausgeschlossen, weil diese sich am weitaus häufigsten auf der südlichen Hälfte des Mondes befinden, welche als zusammenhängendes Hochland zu betrachten ist.

Der Mond spendet nicht nur der Erde sein erborgtes Licht, sondern auch diese erweist sich ihm in gleicher Weise erkenntlich. Einige Tage vor und nach Neumond sieht man bei schmaler Sichel auch die Nachtseite des Mondes in einer Art von phosphorischem Lichte schimmern. Daß jener schon von den Alten beobachtete graue Schimmer nichts anderes sei als der Widerschein des Erdlichtes, das auf die Nachtseite des Mondes fällt, erkannte erst *Leonardo da Vinci*, dieses Universalgenie in Kunst und Wissenschaft der Renaissancezeit. Wenn nämlich der Mond uns seine Nachtseite zuwendet, kehrt ihm die Erde ihre voll erleuchtete Tagesseite zu. Das Erdlicht auf dem Monde ist fast 14mal so hell wie das Mondlicht bei uns, entsprechend dem größeren Durchmesser der Erdscheibe für den Mond. Wenn also die Mondbewohner, deren Dasein uns schon *Cyrano de Bergerac*, der vielbespöttelte Salondichter des Sonnenkönigs, in seiner „Reise nach dem Monde" weismachen will, zur Wirklichkeit

*) Gaea, 40. Jahrg. (1904), Heft 7.

würden, so könnten sie wahrscheinlich während der Mondnächte viel an künstlichen Beleuchtungsmitteln sparen. Bisweilen erscheint das graue Licht beträchtlich heller als sonst, was in der Hauptsache von der veränderlichen Entfernung des Mondes von der Erde herrührt. Wenn der Mond in seiner Erdnähe steht, kann sein Erdlicht um 52 Prozent stärker sein als in seiner Erdferne.

Der Erde näherkommend, haben wir Gelegenheit, den als Zodiakal- oder Tierkreislicht bezeichneten zarten Schimmer in seiner ganzen Kreisscheibenform ins Auge zu fassen, während er sich von einem irdischen Standpunkte aus stets nur als Lichtkegel zeigt, für den die Jahrgang I, S. 29, gegebene Erklärung immer noch die wahrscheinlichste ist. In der lichterfüllten Großstadtatmosphäre dem geblendeten Auge natürlich unsichtbar, entfaltet es unter günstigen Beobachtungsverhältnissen auch bei uns seine volle Schönheit. Einige Angaben C. Bäckers aus Nauen im Havellande werden dem Leser zeigen, wo und in welcher Gestalt er es vorkommendenfalls suchen könnte.

Unser Beobachter sah das Zodiakallicht im Winter 1902 zuerst am 22. Dezember; es stand mit schmaler Basis am westsüdwestlichen Horizont und erstreckte sich abends 7 Uhr als langer spitzer Kegel aufwärts bis zum Sternbilde des Pegasus. Am 18. Januar 1903 verlief sein Lichtkegel der Milchstraße fast parallel und hatte dieselbe Helligkeit wie letztere zwischen Kassiopeja und Schwan, einer der hellsten Stellen der Milchstraße. Ihre Spitze lag zwischen den Sternen α und β des Widders.

Am 16. Februar zeigte sich nach prächtigen Dämmerungserscheinungen das Zodiakallicht wieder besonders glänzend. Die Basis war ungefähr 40 Grade breit, die Spitze reichte zwischen α im Widder und die Plejaden. Die Helligkeit übertraf den Schein der Milchstraße und war am größten an der Stelle, die sich ungefähr in zwei Dritteln Höhe des Lichtkegels über dem Horizont befand. Auch am 15., 19. und 24. Februar zeigte sich die Erscheinung um 7 Uhr.

Am 15. März abends 7½ Uhr erhob sich der Lichtkegel bis zwischen den Plejaden und Hyaden hindurch und war bis zu zwei Dritteln seiner Höhe unverhältnismäßig heller als seine Spitze und auch als die Milchstraße. Ebenso erstreckte er sich am 22. und 24. März bis über die Plejaden hinaus.

Nach diesen Angaben endet also das Zodiakallicht zwischen dem 20. und 30. Grade nördlicher Himmelsbreite. In Wirklichkeit setzt es sich in der Richtung seiner Längsachse mit einem schmalen Bande bis zum gegenüberliegenden Horizont fort, wo es wieder verbreitert als Gegenschein sichtbar wird. Dieser meist übersehene Lichtfleck erschien nach Prof. M. Wolfs Mitteilung besonders auffällig im September 1903 in Form eines rauchartigen Schleiers von unregelmäßiger Form und mehr als 20 Grad Durchmesser. Er befindet sich stets in der Nähe desjenigen Punktes am Himmel, der der Sonne gerade gegenüberliegt, und ist nur außerhalb der großen Städte bei Abwesenheit von Mondschein aufzufinden.

Wie an den Grenzen des Sonnensystems auf zahlreiche seiner Anziehungskraft folgende Massen, so stoßen wir auch an den äußersten Bezirken der Erdatmosphäre, wenn man von solchen reden darf, auf allerhand umherstreifendes Gesindel, das mit rasender Schnelligkeit in den verschiedensten Bahnen ins Luftmeer hinabtaucht, in ihm zerschellt und meist in Staubform, sehr selten in größeren Stücken auf der Erdoberfläche anlangt: die Sternschuppen und Meteore.

Über die Explosion der Meteore in der irdischen Atmosphäre gibt der spanische Ingenieur Enrique Hauser eine neue interessante Erklärung. Während man das Zerspringen gewöhnlich der Gasentwicklung zuschreibt, die aus der Erhitzung des Meteors in der Luft hervorgeht, nimmt Hauser an, daß die Explosion wahrscheinlich die Folge einer Stoßwirkung der hinteren Partien des Meteors gegen seine plötzlich durch den Luftwiderstand in ihrer Bewegung gehemmten vorderen Partien ist. Nach einer mathematischen Berechnung Hausers wird durch diesen Stoß eine so gewaltige Energie frei, daß sie genügt, die Kohäsionskraft des Meteors vollkommen zu überwinden, d. h. ihn in Stücke zu zertrümmern. Vielleicht wirken beide Ursachen, Stoßkraft und Gasentwicklung, zusammen zum Verderben des unglücklichen Weltsplitterchens. Sind seine Trümmer sehr klein, so verbrennen sie vor ihrer Ankunft auf dem Erdboden, und wir werden von der Ankunft neuen Weltstaubes nur durch den Lichtblitz und die im Auge nachklingende Lichtbahn, bisweilen auch einen längeren Rauchstreifen der Sternschnuppe benachrichtigt. Sind die Trümmer größer, so gelangen sie auf den, häufiger in den Erdboden und, für uns günstigsten Falles, in unsere Museen; denn die Ehre göttlicher Anbetung wird ihnen in unseren aufgeklärten Zeiten wohl kaum noch zu teil.

Die an sich schon seltene Beobachtung eines Meteoritenfalles glückte am 24. Januar 1904 abends kurz nach 8 Uhr in Halle und war diesmal um so wichtiger, als der gefallene Stein, ein 26 Gramm schweres Stückchen (spezif. Gewicht 2·49), eine ganz neue Meteoritengattung darstellt. Er gesellt den schon bekannten Arten, den verschiedenartigen Chondriten, den Mesosideriten und den sehr mannigfaltigen Eisenmeteoriten, sich als ein ganz neuer Typ, der eines obsidianartigen Meteoriten, zu.*)

Was aber diesem Meteorstein ein ganz besonderes Interesse verleiht, ist der Umstand, daß er den sogen. Moldaviten nahesteht und die Deutung, welche Sueß und andere diesen Körpern gegeben haben, bestätigt. Die als Moldavite bezeichneten eigentümlichen Glaskörper liegen, wie dem Leser bekannt ist (s. Jahrb. I, S. 43, Abbild.), in Böhmen und Mähren, der Zinninsel Billiton und Australien entweder unmittelbar auf der Oberfläche oder in geologisch jungen Ablagerungen von diluvialem oder jungtertiärem Alter eingebettet. Nirgends steht ihr Vorkommen im Zusammenhang mit der geologischen Beschaffenheit des Landes, auch spricht nichts dafür, daß sie als vulkanische Bomben an die Fundorte

*) Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Stuttgart, Bd. 76 (1904), Heft 6.



gelangt sind; denn ihre Fundstätten sind meist weit entfernt von jüngeren eruptiven Bildungen.

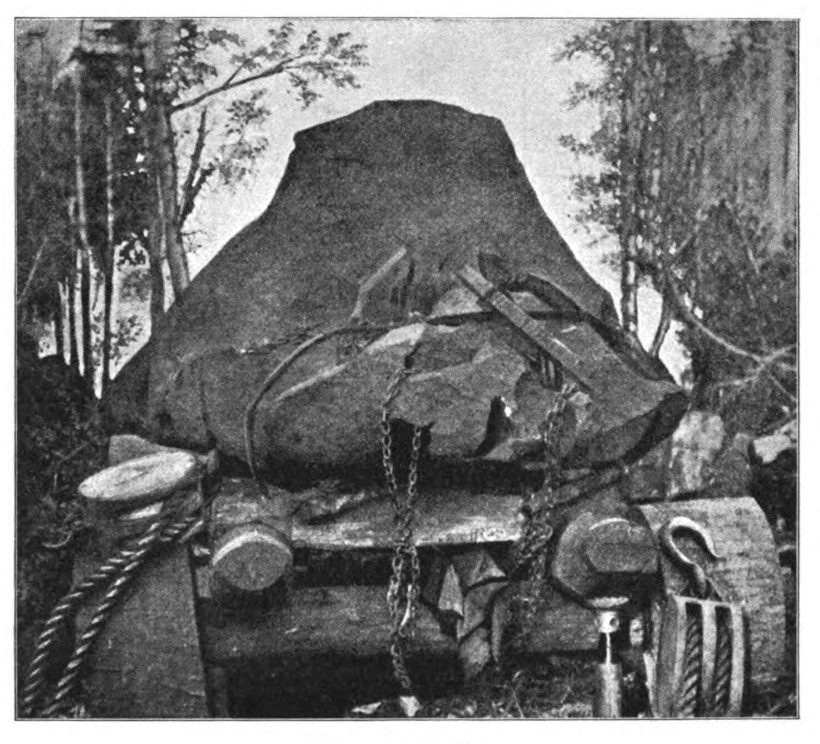
Diese Moldavite, Glasschlackenbomben oder Bouteillengläser wurden deshalb meistens als Überreste einer uralten Glasindustrie gedeutet, obwohl die chemische Analyse schon seit langem bei ihnen einen für künstliche Gläser ganz unerhörten Mangel an Kalk und Kali neben Reichtum an Kieselsäure und Tonerde ergeben hatte. Dr. Fr. E. Sueß jun. betrachtet die Moldavite deshalb als prähistorische Meteorsteine und nennt sie wegen ihrer durch und durch glasigen Beschaffenheit „Tektite".

Kürzlich hat Brezina darauf aufmerksam gemacht, daß auch in geschichtlicher Zeit der Fall eines solchen Tektiken beobachtet und daß dieser Stein dann auch untersucht ist. Am 17. Mai 1855, nachmittags 6 Uhr, fiel auf dem Gutshofe Igast in Livland ein Meteorit, dessen Analyse einen enormen Reichtum an Kieselsäure und Tonerde ergab, während Kali und besonders Kalk nur sehr spärlich vertreten war. Diesem Tektiten reiht sich der Hallesche Meteorfall an.

Durch Besprechung des letzteren wurde noch ein zweiter früherer Fall bekannt, der sich in Gegenwart mehrerer Zeugen am 14. August 1883, also um die Schwärmzeit der sogen. Perseiden oder Augustmeteore, gegen 3½ Uhr nachmittags in der Heide vollzog. Der schlackenartige schwarze Stein wurde von den Augenzeugen noch warm mit einigen Hölzchen 10 Zentimeter tief aus der Erde geholt. Eine Untersuchung dieses Stückes steht noch aus. Da die Verwandtschaft der Moldavite und Meteoriten noch immer starken Zweifeln begegnet, so geben wir im Anhang (I) eine Zusammenstellung der betreffenden Untersuchungen.

Über einen anderen interessanten Meteorsteinfall berichtet Eugen Hussak*) in Brasilien. Dort fiel am 29. Juni 1903, morgens 10¼ Uhr, auf der Fazenda (Kaffeepflanzung) eines Brasilianers, nahe Uberaba, in der Prov. Minas-Geraes, ein zur Klasse der Chondriten gehöriger Meteorblock, dessen Gewicht ursprünglich 30 bis 40 Kilogramm betragen haben mag. Das Volk ging jedoch gleich an die Zerstörung des Steines, um Stücke mitzunehmen, und den Rest zertrümmerte der Fazendeiro mit dem Hammer, da er selben als eine von Gott gesandte Plage ansah und seinerhalb auch tatsächlich von Neugierigen überlaufen wurde. Ein kleineres Stück dagegen, das unweit eines vor dem Hause stehenden Holzkreuzes fiel, soll nun als pedra santa verehrt werden; ja es soll sogar gepulverter Meteorstein Kranken als Heilmittel verabreicht worden sein. Außer dem Block und mehreren Bruchstücken, die auf dieser Fazenda fielen, wurde noch 17 Kilometer davon ein Stück gefunden und eines versank nahe der Pflanzung in einen Sumpf.

Hussak meint, daß die Meteorsteine echten vulkanischen Auswürflingen fremder Gesteine durch ultrabasische Eruptivmassen glichen, daß die Bildung der Chondren wie der Trümmerstruktur und der schwarzen Adern auf eine Einwirkung der glutflüssigen Massen, des Magmas, vor dem Ausschleudern zurückzuführen sei.



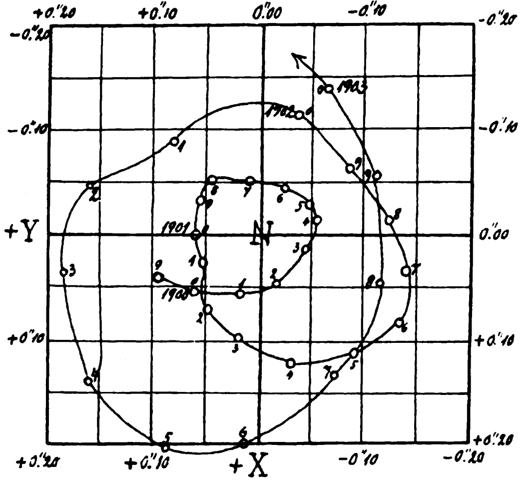
Riesenmeteorstein aus Oregon.

Endlich sind wir allen Gefahren, die uns selbst innerhalb des schirmenden Erdmantels noch von Meteorsteinen, Sturm und Blitz drohten, glücklich entronnen und können uns mit unserem Zauberwagen auf dem sicheren Boden unseres heimischen Planeten niederlassen. Dem sicheren? Wer das noch glauben könnte! Ist nicht die Vermutung, daß die Erdachse unablässig hin und her schwankt, durch eine peinlich genaue Untersuchung vollauf bestätigt worden? Die Drehungsachse im Erdinnern liegt keineswegs unverrückbar fest, sondern ist kleinen Verschiebungen unterworfen, indem sich die Endpunkte der augenblicklichen Rotationsachse, die Pole, auf der Erdoberfläche in spiralförmigen Bahnen um eine gewisse mittlere oder Normallage bewegen. Um die Größe dieser Schwankung genau zu ermitteln, bedurfte es des Zusammenwirkens von sechs

*) Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums, Bd. 19 (Wien 1904), Nr. 1.

teilweise eigens zu diesem Zwecke errichteten Beobachtungsstationen, von denen zwar keine in Deutschland liegt, die aber ihre Beobachtungsresultate zur Berechnung an das Zentralbureau der internationalen Erdmessung in Potsdam liefern.

Denjenigen Lesern, die sich über die Technik dieser Beobachtungen zu unterrichten wünschen, sei eine ausführliche Arbeit Dr. Ristenparts*) empfohlen. Hier sei nur an folgender Zeichnung das Ergebnis der Beobachtungen für die Jahre 1900 bis 1903 veranschaulicht. Die Mitte der Figur gibt die mittlere Lage des Nordpols an, die er einnehmen würde, wenn ihn nicht störende Einflüsse in schwankende Bewegungen versetzten. Die Linie



Polschwankungen 1900—1903.

N + X zeigt den Meridian von Greenwich an, + Y zeigt nach 90 Grad westl. Länge u. s. w. Die Seiten des Quadrates, das zur Einzeichnung des Polweges dient, sind von 0·05 zu 0·05 Bogensekunden eingeteilt, die kleinen Kreise geben die Lage des Umdrehungspoles während der drei Jahre von Zehntel- zu Zehnteljahr an; die sie verbindende Kurve ist die Bahn des Poles während dieser Zeit. Der Maßstab der Figur ist etwa 1:150. Wird also die dargestellte Kurve 150mal vergrößert und könnte die Zeichnung dann nach dem Nordpol transportiert und an richtiger Stelle niedergelegt werden, so würde sich unter der Kurve der Nordpol zu den angegebenen Zeiten befunden haben. Wie gering die Strecken sind, um welche der Pol wandert, ergibt sich daraus, daß die Schwankung zwischen 1900 und 1902 im Meridian von Greenwich $^{24}/_{100}$, senkrecht dazu ebenfalls nur $^{24}/_{100}$ Sekunden, das ist linear in beiden Richtungen nur $7^1/_2$ Meter, betragen hat. Bewunderungswürdig ist die Exaktheit der Messungen, welche diese im Verhältnis zu dem gewaltigen Umfange des Erdsphäroids wahrhaft minimalen Strecken festzustellen gestattet.

Zur Entdeckung dieser erst seit zwei Jahrzehnten bemerkten Wanderungen der Erdpole führte die Beobachtung, daß die geographische Breite, d. h. die Entfernung eines Ortes vom Pol, nicht unveränderlich sei, sondern um geringe, aber merkliche Beträge schwanke. Daß diese Schwankungen von wirklichen Wanderungen des Nordpols auf der Erdoberfläche herrührten, wurde bewiesen, als man gleichzeitige Beobachtungen zu Berlin und in dem auf demselben Meridian, nur 180 Längengrade entfernt davon liegenden Honolulu anstellte. Auch hier fanden Breitenschwankungen statt, die den gleichzeitigen Beobachtungen in Europa an Größe genau gleich, in der Richtung aber genau entgegengesetzt waren. Nahm in Honolulu die Breite zu, so nahm sie in Berlin und Potsdam um eben so viel ab, und umgekehrt, genau wie es sein mußte, wenn es sich um wirkliche Verschiebungen des Pols handelte.

Aber was bedeuten nun diese Schwankungen, wer verursacht sie? Auch diese Frage scheint ihrer Lösung nahe zu sein. Schon der berühmte Erdbebenforscher Prof. Milne hatte gefunden, daß eine Beziehung zwischen der Größe der Polschwankungen und der Anzahl starker, weit verbreiteter Erdbeben stattfinde, und A. Cancani in Rom hat in einer neueren Untersuchung diese Ansicht bestätigt gefunden. Jahre, in denen sehr starke, über fast alle Erdteile verbreitete Erdbeben zahlreich stattfanden, führten auch die stärksten Abweichungen des Pols von seiner Mittellage herbei, die er ja selbst niemals einnimmt, sondern immer nur umkreist. Warum sollten auch nicht Vorgänge in der Rinde unseres Planeten, welche die ganze Erdoberfläche in vibrierende Bewegung versetzen, Schwankungen in der Lage der momentanen Drehungsachse der Erde hervorrufen? Ob die Erdbeben die einzige Ursache sind, ob nicht auch Massenverschiebungen tiefer im Erdinnern die Gleichgewichtslage stören oder andere Momente dabei mitspielen, muß die Zukunft lehren.

*) Umschau, VII. Jahrg. (1903), Nr. 48.

Im Reiche der Wolken und Winde.

(Meteorologie.)

Blitz und Erdladung. * „Die Sonne ist der Alchymist.“ * Regen und Winde. * Neue Wetterpropheten. * Die Fee Morgana.

Blitz und Erdladung.

Es gewährt selbst dem täglichen Beobachter immer wieder ein interessantes Schauspiel, die Feuerwehr durch die Straßen der Großstadt rasen zu sehen. In das soeben noch wogende und wimmelnde Getümmel tritt ein Moment der Versteinerung: die Menschen stauen sich an den Bordschwellen, die Gefährte hemmen den Lauf, selbst königliche Wagen halten und warten.

Woher diese Spannung, dieses Aufhorchen der Menge? Das älteste Haustier des Menschen, der



immer aufs neue und doch nie völlig und sicher gebändigte Ursklave rüttelt wieder einmal an seiner Kette, droht das Joch zu zersprengen, das ihm seit Jahrtausenden den Nacken wundreibt. Und wehe uns, wenn es ihm gelingt: Aalesund und Baltimore zeugten erst jüngst wieder von der Wut und Stärke des seiner Bande entledigten Feuers.

Die Edda erzählt von den Bemühungen der Asen, den unablässig wachsenden, künftiges Verderben drohenden Fenriswolf in Fesseln zu schlagen. Doch die stärksten Bande zerreißt das Untier mit geringer Anstrengung. Erst mittels des von Zwergen angefertigten unscheinbaren Gleipnir, eines aus dem Katzentritt und dem Weiberbart, der Wurzel des Berges und den Sehnen des Bären, der Stimme des Fisches und dem Speichel des Vogels bereiteten Bandes, gelingt es, den Wolf zu fesseln und unschädlich zu machen. Wie die Götter das Kind Lokis, des Herrn der verderblichen Lohe, so bändigte der Mensch die ihm so nützliche und doch so gefährliche Glut. Nachdem er sie lange auf der offenen Feuerstätte und im Kamin gehegt, kerkerte er sie in den geschlossenen Herd und in den Ofen ein. Die lodernde Fackel, das frei brennende Licht und der glimmende Öldocht wichen immer kunstvolleren Beleuchtungskonstruktionen, deren Zweck es war, die Flamme in stärkere Fesseln zu schlagen und zu erhöhter Leistung anzutreiben. Nachdem uns schon längst die in großen Zentralen erpreßte Arbeitskraft des Sklaven, das Gas, in Wohnraum und Küche anstatt des Brennmaterials selbst gedient hat, ist nun die letzte Fessel, Gleipnir selbst, in Arbeit, jener unscheinbare, braune Strang, der uns die Kraft des Feuers in seiner Urform, dem Blitzfunken selbst, dienstbar macht.

Aber auch in dieser Form wird es uns kaum glücken, Lokis und seiner Tücken völlig Herr zu werden, solange es nicht gelingt, die Blitzschlange und ihre Brüder unschädlich zu machen. Und das will, wie die unablässige Zunahme der Blitzgefahr zeigt, trotz aller wohlgemeinten, zum Teile sehr beachtenswerten Vorschläge zur Abhilfe*) nicht gelingen. Beschäftigen wir uns deshalb, anstatt auf diese von der Praxis erst zu erprobenden Maßregeln einzugehen, hier lieber mit einigen interessanten Wirkungen und Formen des Blitzes.

Der *Blitz als Photograph* — während er sonst gewöhnlich als Photographierter auftritt. Auf einer Reise der „Galicia" von der Hamburg—Amerika-Linie, eines Schiffes, dessen Kommandobrücke in allen Holz- und Eisenteilen grau gestrichen war, bemerkte der zweite Offizier zufällig folgende Erscheinungen. Als er seine Handfläche unmittelbar nach einem grellen Blitzstrahl von einem Schrank abhob, wurde auf diesem klar und deutlich das genaue Schattenbild der Hand sichtbar, und zwar auf eine Dauer von fünf Minuten. Er setzte ein Peildiopter auf einen Schrank und nahm es nach dem Aufleuchten eines Blitzes wieder fort; die ganz genaue Wiedergabe des Geräts, einschließlich der Fäden, war das Ergebnis. Da auch das Deck grau angestrichen war, so nahm er einen Korkring und legte ihn mit der den Namen tragenden Seite auf das Deck. Als er den Ring nach mehrmaligem Blitzen aufhob, fand sich ebenfalls ein genaues Schattenbild vor, auf dem in dunkleren Tönen umgekehrt die Namen „Galicia", Hamburg, zu lesen waren; die Dauer der Erscheinung war sieben Minuten. Während sämtliche Holzteile für diese Einwirkung des Blitzes empfänglich waren, aber nur in nassem oder feuchtem Zustande, wurde auf den mit derselben Farbe gestrichenen, galvanisierten Eisenteilen kein Eindruck hinterlassen. Eine chemische Untersuchung der Anstrichfarbe, die vielleicht das Rätsel lösen könnte, ist leider noch nicht erfolgt.*)

Eine noch eigentümlichere *Wirkung eines Blitzschlages* wird im „Berl. Tageblatt" vom 10. August 1904 aus Morristown in New-Jersey berichtet. Dort wurde ein junger Mann, namens Abbot Parker, vom Blitze getroffen und von einer Ambulanz ins Allerseelenhospital geschafft. Nachdem man ihn ausgekleidet, fand man auf seinem Rücken eine wunde Stelle. Während nun die Ärzte und Wärterinnen um den Getroffenen beschäftigt waren, erschien genau in der Mitte zwischen seinen Schulterblättern allmählich das Bild eines Kruzifixes. Dann entwickelte sich die Gestalt des an das Kreuz genagelten Christus, bis die genaue Wiedergabe der Kreuzigung in scharfen Umrissen vollendet war. Die Zuschauer waren von einem Gefühl geheimnisvollen Grauens erfüllt. Das Bild erschien am Freitag Abend, und Photographien des Rückens des vom Blitz Getroffenen, auf dem alle Einzelheiten deutlich zu erkennen sind, wurden überall in den Zeitungen veröffentlicht. Am Samstag und Sonntag entwickelte sich das Bild weiter, während der Mann bewußtlos blieb. Wieder zum Bewußtsein gelangt, erklärte Abbot Parker, er sei niemals tätowiert worden, und auch Sachverständige versichern, eine Tätowierung könne niemals so vollkommen ausfallen. Er ist Protestant und glaubt nicht an Wunder, während die im Hospital tätigen Nonnen darauf bestehen, daß sich ein solches ereignet habe. Männer der Wissenschaft, die befragt worden sind, gaben folgende natürliche Erklärung:

An der dem Bette, auf welchem Parker von den Ärzten untersucht wurde, gegenüberliegenden Wand hängt ein Kruzifix. Parkers Haut sei durch den Blitzstrahl in eine äußerst empfindliche photographische Fläche verwandelt worden und habe so das Bild des Kruzifixes aufgenommen. Eine ganze Anzahl ähnlicher Fälle hätten sich schon in den Vereinigten Staaten ereignet. Bei Parker sieht es aus, als ob die Photographie dauern wolle, da alle Einzelheiten des Bildes, selbst die Nägel an Händen und Füßen deutlich sichtbar sind. Das klingt zwar etwas amerikanisch; doch will man derartige photographische Wirkungen auch früher schon in Form von Blattabbildungen auf der Haut von Leuten, die unter einem Baume erschlagen wurden, bemerkt haben.

Zu den merkwürdigsten und frappantesten Erscheinungen, mit denen Mutter Natur den Beobachter zu erfreuen, nicht selten aber auch zu erschrecken vermag, gehört der *Kugelblitz*, eine Bezeichnung,

*) Prof. H. Cranz: Über Blitzschutzvorrichtungen (Mitteil. des Deutschen u. Österr. Alpenvereines 1903, Nr. 6). Klimpert: Entstehung u. Entladung der Gewitter, sowie ihre Zerstreuung durch den Blitzkamm. Bremerhav. 1902.

*) Gaea, Bd. 39 (1903), Heft 12 (nach Annalen der Hydrographie).



die der Eigenart des betreffenden Phänomens nicht ganz gerecht wird. Da nicht viele Leser einen Kugelblitz gesehen haben dürften, so folgen zunächst zwei Mitteilungen von Augenzeugen aus Schäßburg in Siebenbürgen.

Hier bewohnte im Sommer 1903 auf dem Südostabhange des Siechhofberges der Arzt Dr. Oberth samt Familie eine kleine Sommervilla. Frau Oberth war am 8. Juli des Jahres, in jener endlosen Regenzeit, 5 Uhr nachmittags, allein zu Hause, als dunkle Gewitterwolken aufstiegen und bald darauf ein heftiger Regen in Begleitung einzelner Blitze niederprasselte.

Plötzlich flammte es vor dem Fenster, an dem die Dame saß, hell auf, während in dem im Nachbarzimmer befindlichen Telephon ein Geräusch entstand, ähnlich dem Knattern von Gewehrfeuer. Zugleich entzündete sich an der Verbindungstür der beiden Zimmer, die offen stand, in der Höhe der Türklinke ein Strahlenbündel, das an der Türkante herauszuflammen schien. Die Erscheinung erinnerte in der Form an eine spitzblätterige, dichtgefüllte Aster, daran die Blätter durch scharfe, spitze Strahlen vertreten waren. Von einer 2—3 Zentimeter breiten Grundfläche ausgehend, erweiterte sich der Strahlenkranz bis zu Handtellergröße. Die längeren Strahlen erschienen dunkelkupferrot, die kürzeren in der Nähe der Basis gelb bis weißglühend. Das Ganze flammte auf und verschwand an derselben Stelle sofort wieder, ohne sich weiter zu bewegen. Nach kurzer Zeit hatte der Regen völlig aufgehört, und als nun die Augenzeugin ins Freie trat, kamen ihr zwei Bekannte vor Schreck bebend entgegen. Diese berichteten, es sei plötzlich „wie eine feurige Kette" an der Stadtseite ihrer Wohnung hervor- und an ihnen vorbeigeschossen und vor der Villa unter merkwürdigem Knattern in die Telephonstange gefahren. Eigentlicher Donner wurde weder vor noch nach der Erscheinung gehört, abgesehen von einem leichten Verrollen des Donners in der Ferne; Fenster und Türen erzitterten nicht. Dagegen vernahm man in den kaum einige hundert Schritt entfernten Nachbarvillen heftigen Donner, und Türen und Fenster erzitterten. Die Erscheinung ließ weder einen eigentümlichen Geruch noch Spuren der Zerstörung an der Telephonstange oder Tür zurück.

Besser als dieser Vorgang, der von den sonst berichteten Kugelblitzen erheblich abweicht, entspricht die folgende, von Dr. Mätz und Frau zu dreien Malen, am 13., 14. und 16. September um $8^3/_4$, $9^1/_4$ und $8^1/_2$ Uhr abends beobachtete Erscheinung den gewöhnlichen Beschreibungen. Die Beobachter genießen von ihrer Wohnung am nördlichen Abhange des „Knopfberges" den freien Ausblick nach Westen gegen ein mit uralten Eichen besetztes Plateau, die sogen. „Kahle Breite".

Zu der genannten Zeit nun erschien an dem der Stadt zugekehrten Waldrande zwischen den Bäumen eine Feuerkugel von der scheinbaren Größe eines Kinderkopfes und intensiv roter Färbung. Die Lichtsphäre der Kugel war scharf abgegrenzt und zeigte weder Strahlen noch einen Lichthof. Die Kugel schien aus dem Walde herauszutreten, schwankte in zitternder Bewegung einigemal hin und her, erhob sich hierauf über die Baumwipfel, so daß sie 10 bis 15 Meter über diesen frei schwebend, einen Augenblick ruhig verharrte. Hierauf bewegte sie sich, fortwährend zitternd, links und rechts, stieg wieder herunter und zog sich dann zwischen den Bäumen in den Wald zurück. Sämtliche Bewegungen wurden auffallend langsam ausgeführt, so daß die ganze Erscheinung vier bis fünf Minuten dauerte. Der Horizont war vollkommen klar, es waren sehr heiße Tage gewesen, und abends noch lastete schwüle, vollständig bewegungslose Luft über der Gegend. Seit zwei vollen Wochen hatte es gar nicht geregnet. An dem letzten der drei Tage erschien die Feuerkugel, nachdem sie sich in den Wald zurückgezogen hatte, ein zweites Mal an dessem Rande, um dann sofort wieder zu verschwinden. Zugleich zeigte sich in der Ferne intensives Wetterleuchten.*)

Ist in diesem Falle die mehrmalige Wiederkehr der Feuerkugel an mehreren Tagen fast an derselben Stelle bemerkenswert, so zeichnet sich die folgende, ebenfalls in der „Meteorol. Zeitschr." veröffentlichte Beobachtung einer Dame, der Mutter des Prof. Meusberger in Brixen, durch die beträchtliche Anzahl der erschienenen Kugelblitze aus.

Am 21. Mai, nach heftigem Nachmittagsgewitter, gegen $9^1/_2$ Uhr abends, durch eine eigentümliche Helle ans Fenster gelockt, gewahrte die Dame im äußersten südlichen Winkel des Horizonts sehr rasch kommende und verschwindende Lichterscheinungen. Es zeigten sich große, helle Kugeln, größer als der Vollmond bei seinem Aufgange über den Bergen, dazwischen raketenähnliche Feuerschlangen, die sich gegen oben garben- oder fächerartig ausbreiteten und von dem Kamme des Gebirges auszugehen schienen. Einmal sah es aus, als ob plötzlich ein feuriger Berg emporschösse, anzusehen wie ein rötlicher Eisberg und mit scharfen Umrissen. Alle diese Erscheinungen verbreiteten in ziemlich weitem Umkreise eine blitzartige Helle, so daß nicht nur die Formen der Berge deutlich zu sehen waren, sondern auch ein paar ganz leichte Wölkchen, die man inzwischen nicht gewahrte, in der Gegend sichtbar wurden. Dazwischen fuhren einige gewöhnliche Blitze nieder oder erhellte Wetterleuchten den Horizont. Die Zeit zwischen den einzelnen Erscheinungen waren sehr kurz, die Beobachterin konnte oft nur bis acht oder zehn zählen, einigemal bis zur doppelten Zeit, nur einmal bis 24. Sonnenähnliche, freischwebende Kugeln dürften es sechs bis acht gewesen sein.

Der Kugelblitz ist nur eine der vielen Formen, welche der Blitz anzunehmen vermag. Man kennt linienförmige, geschlängelte, mäandrische, rosenkranzartige, sternförmig ausstrahlende Blitze, breite Blitzbänder. Sichere Vorstellungen über Gestalt, Bau und Zeitdauer der Blitze läßt sich nur mittels der Photographie gewinnen. Was diese bisher ermittelt hat, faßt Prof. W. Prinz in einer Studie zusammen, deren wichtigste Ergebnisse etwa folgende sind:**)

Der Blitz ist ein leuchtender, welliger, spiralförmiger oder lockiger Strahl mit zahlreichen Verästelungen. Letztere sind manchmal selten, fehlen sogar völlig, so daß der Blitz als einfache Linie er-

*) Meteorol. Zeitschrift, Bd. XX (1903), Heft 12.

**) Annales météorol. de l'Observatoire royale de Belgique, Bd. 14 (1903). Gaea, Bd. 39 (1903), Heft 12.



scheint, was besonders bei horizontalen Entladungen der Fall zu sein scheint. Die heftigen vertikalen Entladungen sind nur in gewissen Fällen geradlinig und unverästelt. Die rosenkranzförmigen und die sogen. strahlenden Blitze müssen noch erst durch die Photographie näher festgestellt werden.

Der Blitz kann momentan, im gewöhnlichen Sinne des Wortes, sein. Am häufigsten ist er zusammengesetzt aus einer Reihe momentaner Entladungen, die einander in unregelmäßigen Zwischenzeiten von meßbaren Bruchteilen einer Sekunde folgen. Sie sind selten zahlreicher als sechs oder sieben, und da sie fast immer einen und denselben Weg einschlagen, in Abständen von etwa ein Zehntelsekunde oder weniger, so dauert der ganze Blitzschlag oft eine halbe Sekunde oder länger. Diese Teilentladungen werden nach ihrer Aufeinanderfolge immer schwächer. Gewöhnlich zeigt die erste und stärkste allein nur Verzweigungen. Seitliche Ausströmungen sind meist von kürzerer Dauer als die teilweisen Hauptentladungen und können sich mit dem Hauptstamme wieder vereinigen.

Bisweilen kommen gleichzeitig oder schnell hintereinander aus derselben Wolkenregion vielfache Blitze. Vielleicht handelt es sich dabei um eine besondere Art benachbarter, aufeinanderfolgender Entladungen, die, statt den gleichen Weg einzuschlagen, wie dies der Fall bei gewöhnlichen Blitzen, verschiedene Bahnen durchmessen.

Die photographischen Aufnahmen bestätigen die durch Augenschätzungen gefundenen Blitzlängen von 10 Kilometern und darüber. Alles was über die Struktur der glühenden Blitzader, ihre Streifung, ihr bandförmiges Aussehen und die Breite des Bandes behauptet worden ist, beruht auf Auslegung unvollkommener photographischer Bilder. Ein gleiches gilt von den angeblich schwarze Achsen oder schwarze Abzweigungen zeigenden Blitzen. Demnach könnte auch das merkwürdige Blitzband, das nach einer Aufnahme v. Szalays im vorigen Jahrgange (S. 86) abgebildet war, auf einer Täuschung durch den Apparat beruhen, sei es, daß eine Erschütterung des Apparats oder ein Mangel der Objektivlinse diese auf 12 Meter oder mehr berechnete Breite des Bandes vortäuschte.

In allen Fällen vertikaler Blitze hat sich gezeigt, daß der elektrische Strahl tatsächlich von der Wolke gegen die Erde, niemals umgekehrt zuckte, während man bisher auch das Auftreten aufwärts schlagender Blitze annahm. Ebenso haben die Untersuchungen nichts ergeben, was mit der Vorstellung einer oszillierenden Entladung, eines Hin- und Herpendelns des Blitzfunkens in seiner Bahn, zu vereinigen wäre.

Prof. Prinz ist der Überzeugung, daß die Verwendung großer chronophotographischer Apparate, welche die flüchtige Blitzerscheinung vollständiger zu zerlegen gestatten, ferner die Anwendung des Stereoskops und die Zuhilfenahme des Spektrographen noch weitere wichtige Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Blitzes abgeben werden.

Wenn wir die gewaltigen Mengen von Elektrizität, die bei einem Gewitter zur Entladung kommen, uns vergegenwärtigen — Prinz photographierte einen Blitz von mindestens 12 Kilometern, andere Beobachter wollen sogar solche von 15 und 49 Kilometern Länge festgestellt haben —, so erscheint die Frage nach der Quelle solcher Spannungen gewiß dringend. Sie zu beantworten ist man natürlich auch im vergangenen Jahre eifrigst bemüht gewesen. Besonders zwei auf ganz entgegengesetztem Boden stehende Hypothesen erscheinen beachtenswert: die eine sieht die Quelle der atmosphärischen Elektrizität ausschließlich in der Erde, die andere allein in der Sonne.

Prof. H. Ebert, der Vertreter der ersteren Anschauung, hat seine dem Leser schon bekannte Erklärung der Entstehung elektrischer Differenzen zwischen Luft und Erde (s. II. Jahrg., S. 83) beträchtlich gemodelt und erweitert.*) Als eine besonders wichtige Aufgabe der herrschenden elektrischen Theorien bezeichnet er es, die eigentümliche Tatsache zu erklären, daß, abgesehen von gelegentlichen, aber vorübergehenden Störungen, die Atmosphäre gegenüber der Erdoberfläche stets positiv geladen erscheint, und daß sich das dadurch bedingte „normale" elektrische Kraftfeld der Erde mit wesentlich derselben Vorzeichenverteilung dauernd erhält. Dies muß um so wunderbarer erscheinen, als der Atmosphäre allerorten und jederzeit eine gewisse **Leitfähigkeit** zukommt, infolge der stets in ihr vorhandenen, freibeweglichen „Gasionen". Diese natürliche Leitfähigkeit muß den Spannungsunterschied zwischen dem Erdboden und den darüber lagernden Luftschichten in kürzester Zeit ausgleichen, wenn nicht eine andere, ebenfalls dauernd wirksame Ursache denselben immer wieder herstellt.

Diese Ursache sieht Prof. Ebert in den radioaktiven Stoffen des Erdinnern. Die heißen Mineralquellen der Stadt Bath teilen den ihnen entströmenden Gasen eine geringe Menge Helium mit, während ihre Ablagerungen in merklichen Quantitäten Radium enthalten, welches durch spontane Umwandlung langsam in Helium übergehen kann. Da die Wasser der Mineralquellen aus großen Tiefen stammen, so ist wahrscheinlich auch die mitgeführte Radiumemanation in der Erdtiefe vertreten.

Diese **radioaktive Emanation von Wasser- und Ölquellen** hat F. Himstedt durch zahlreiche Versuche bestätigt.**) Danach besitzt das Wasser aller Quellen und ebenso frisch heraufgeholtes Grundwasser die Fähigkeit, die hindurchgepreßte Luft elektrisch leitend zu machen, eine Eigenschaft, die allen oberflächlich fließenden Gewässern zu fehlen scheint. Himstedt hat Quellen, aus dem Gneis, aus Kalkstein, Buntsandstein kommend, ferner solche vulkanischer Natur, vom Kaiserstuhl, Baden-Baden, Wildbad, Fachingen u. a. untersucht. Alle kalten Quellen zeigten ungefähr gleich starke Wirkung, die Thermalquellen eine größere, zum Teile sehr große Wirkung. Bei der Murquelle von Baden-Baden z. B. genügte die Emanation aus $^3/_4$ Liter Wasser, um den 50 Litern Luft des Versuchsgefäßes eine etwa vierzigmal größere Leitfähigkeit zu geben.

Diese Emanation, welche die Luft beim Durchstreichen durch aktives Wasser mit sich nimmt, kann sie an andere, zuvor unwirksame Flüssigkeiten ab-

*) Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXI (1904), Heft 5.

**) Berichte der Naturf.-Ges. Freiburg i. B., Bd. 14, S. 181 ff.; Physikalische Zeitschr., 5. Jahrg., Nr. 8 (1904).



geben und letztere dadurch aktiv machen. Die größte Aufnahmefähigkeit zeigen dabei die Kohlenwasserstoffe. Ein Liter Petroleum z. B. vermag, wenn man es durch Hindurchleiten von aktiv gemachter Luft zu sättigen versucht, zwanzigmal so viel Emanation aufzunehmen als ein gleiches Quantum Wasser.

Es wäre demnach wunderbar, wenn sich Petroleum frei von radioaktiver Emanation zeigt. Das käufliche Erdöl freilich ist nicht aktiv, was sich aber leicht daraus erklärt, daß es einer Destillation unterworfen wird, die, ähnlich wie das Sieden, die gasförmige Emanation austreibt. Dagegen zeigten zwei direkt an den Bohrlöchern der Elsässischen Petroleumgesellschaft aufgefangene Proben sich als aktiv.

Mit dem Unterschiede der Aufnahmefähigkeit von Wasser und Kohlenwasserstoffen macht uns auch folgender Versuch bekannt. Ein Liter Wasser und ein Liter Petroleum werden ihrer Aktivität durch einstündiges Hindurchblasen von Zimmerluft beraubt. Stellt man nun beide Flüssigkeiten in flachen Glasschalen nebeneinander in einem Keller auf — Kellerluft zeigt sich aktiv — und untersucht sie nach drei Wochen, so sind beide aktiv geworden; das Petroleum enthält jedoch, seiner größeren Aufsaugefähigkeit entsprechend, bedeutend mehr Emanation als das Wasser.

Ähnlich wie die Emanation des Quell- und Grundwassers von verschiedenen Flüssigkeiten verschieden stark absorbiert wird, wird auch die Radiumausstrahlung von diesen Flüssigkeiten in verschiedenem Grade aufgenommen.

Aus seinen Versuchen glaubt Prof. Himstedt den Schluß ziehen zu können, daß sich in der Erde weitverbreitet, vielleicht überall, radioaktive Stoffe befinden, von denen eine gasförmige Emanation ausgeht, die von Wasser und Erdöl absorbiert wird, mit ihnen an die Erdoberfläche kommt und sich dann dort in der Luft zerstreut. Möglicherweise ist diese Erdemanation wesensgleich mit der Radiumemanation; das würde dann heißen, daß entweder die Uranerze, aus denen letztere stammt, sehr weit verbreitet sein müssen, oder aber daß es noch andere Stoffe gibt, die, wenn auch vielleicht in viel geringerem Maße, die Fähigkeit besitzen, eine Emanation abzugeben. Die starke Aktivität der Thermalwässer ist vielleicht nicht ohne Bedeutung für ihre Heilwirkung. In diesem Falle wäre es leicht begreiflich, daß diese Wasser, wie man wohl als feststehend ansehen darf, durch das Verschicken so schnell und stark an Heilkraft verlieren können.

Da einerseits die Aufnahmefähigkeit des Wassers wie des Petroleums für diese Emanation, wie die Versuche ergeben, mit steigender Temperatur abnimmt, anderseits trotzdem die Thermalquellen eine besonders große Aktivität zeigen, so drängt sich die Annahme auf, daß vielleicht in größeren Tiefen der Erde bedeutendere Mengen radioaktiver Mineralien enthalten sind als in den oberen Schichten; ja, nach den Beobachtungen Curies von der fortgesetzten Wärmeentwicklung des Radiums wäre die Frage nicht unberechtigt, ob nicht möglicherweise die radioaktiven Bestandteile des Erdinnern bei der Erklärung der Erdtemperatur in Betracht zu ziehen sind.

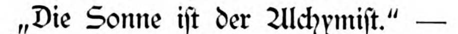
Aber nicht nur in den Wassern der Tiefe, auch im Erdboden an Orten, wo dies früher nicht vermutet werden konnte, ist radioaktive Substanz, namentlich Radium, in Spuren enthalten. Ihre Emanation oder Ausströmung (s. das physikalische Kapitel) ist es, die der Bodenluft die auffallend erhöhte Ionisierung verleiht, besonders auch der Luft in Kellern und Höhlen ein abnorm gesteigertes Leitvermögen für Elektrizität erteilt. Dringt nun diese stark ionisierte Luft aus dem Erdboden heraus, in die freie Atmosphäre, so muß sie bei ihrer Wanderung durch die feinen Poren des Bodens (Erdkapillaren) an die Wände derselben vorwiegend negative Ladungen abgeben.

Hier wollen wir, da manchem Leser der moderne Begriff der Ionisierung vielleicht nicht geläufig ist, einen Augenblick bei demselben verweilen. Man kann sich vorstellen und nimmt gegenwärtig vielfach an, daß die Elektrizität keine „Kraft" sei, sondern wie die Materie aus gesonderten unteilbaren Partikelchen, den Elektronen, bestehe, die sich ähnlich wie einwertige Atome irgend eines anderen Elements mit materiellen Atomen verbinden können. Auch können je ein positives und ein negatives Elektron sich zu einem elektrisch neutralen Atom, einem Neutron, verknüpfen, und diese Neutronen sind, nach Anschauung mancher Forscher, wie der Lichtäther überall vorhanden. Die Verbindung eines aus seinem neutralen Zusammenhange gerissenen Elektrons mit einem materiellen Atom bezeichnet man als ein Ion, ein Wanderndes, da die Elektronen, namentlich die negativen, als sehr leichtbeweglich gedacht werden und deshalb die materiellen Atome mit sich fortreißen. So entsteht durch Verbindung eines Wasserstoffatoms mit einem negativen Elektron ein negatives Wasserstoffion, mit einem positiven Elektron ein positives Wasserstoffion. Eine der auffallendsten Eigenschaften radioaktiver Stoffe ist nun ihre Fähigkeit, die Luft in Teilchen mit elektrischer Eigenladung zu zerlegen, sie zu ionisieren. Diese Ionisierung trifft natürlich nicht nur die atmosphärische Luft, sondern, wenn wir uns den Reichtum in der Erde an radioaktiven Stoffen und ihren Emanationen vergegenwärtigen, vor allem die in den Erdhöhlungen und Erdkapillaren enthaltene Bodenluft. (S. auch „Elektronentheorie", II. Jahrg., S. 84.)

Die Untersuchungen mehrerer Forscher haben übereinstimmend ergeben, daß ein ionisiertes Gas, wenn es aus Gebieten stärkerer Ionenkonzentration durch enge Kanäle oder Röhren in Gebiete niederer Ionenansammlung überströmt, elektrische Ladungen abgibt. Ist die Ionisierung normal, d. h. sind gleichviel + Ionen wie — Ionen in der Raumeinheit enthalten, was zunächst wenigstens immer in der Nähe des die Ionisation bewirkenden Körpers stattfinden wird, so wird negative Elektrizität in überwiegendem Maße abgegeben. Erst wenn dadurch ein Überschuß an positiven Ionen eingetreten ist, kann die ionisierte Luft auch positiv elektrisierend wirken.

Das ist also der Grund, weshalb die aus dem Erdboden dringende stark ionisierte Luft bei ihrer Wanderung durch die Erdkapillaren an deren Wände vorwiegend negative Ladungen abgibt; so tritt sie mit einem Überschusse an positiven Ionen aus dem Erdboden heraus und wird von hier aus durch

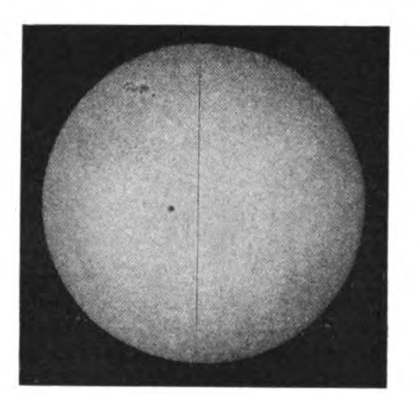
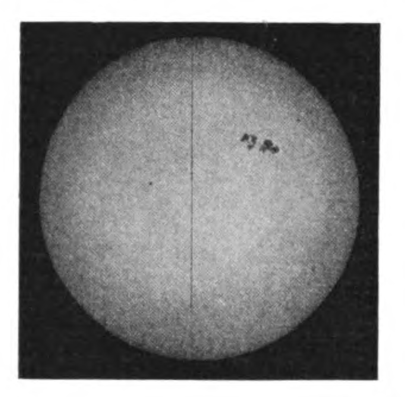




Winde, aufsteigende Luftströme oder allmähliche Mischung der Luftschichten auch den höheren Teilen der Atmosphäre mitgeteilt. Hiedurch erklärt sich die negative Eigenladung der Erde, sowie der Überschuß an freien + Jonen in der Atmosphäre, namentlich in ihren unteren Schichten, wo er durch direkte Jonenzählungen in der natürlichen Luft nachgewiesen werden konnte. Damit erklärt sich auch die Erscheinung des permanenten Erdfeldes mit nach oben hin positivem Gefälle. Dieses wird nur gestört, wenn Niederschläge oder abnorme elektrische Verteilungen den geschilderten Verlauf vorübergehend überdecken.

Indem wir hinsichtlich der weiteren Beweise, welche Prof. Ebert für seine Theorie heranzieht, auf die Abhandlung (Über die Ursache des normalen atmosphärischen Potentialgefälles und der negativen Erdladung) selbst verweisen, wenden wir uns der zweiten Hypothese zu, welche, da auf völlig anderen, von der Wissenschaft noch nicht anerkannten Grundlagen beruhend, hier nur in Kürze erwähnt werden kann. Dr. H. Rudolph*) hat schon seit 1898 in mehreren Schriften die Theorie vertreten, daß die Erde überhaupt keine negative Eigenladung habe, daß der Überschuß der Atmosphäre an positiven Jonen von der Sonnenstrahlung herrühre, die an der Tagseite der Atmosphäre, besonders aber an der Randzone, mit schiefem Strahlendurchgange wirke. Die Jonisierung werde besonders von ultravioletten und den wahrscheinlich ebenfalls von der Sonne ausgesandten Kathodenstrahlen bewirkt. Während die anderen Theorien das Überwiegen der positiven Jonen in der Atmosphäre in der Nähe der Erdoberfläche oder wenigstens in den unteren und mittleren Luftschichten entstehen lassen, hat nach H. Rudolphs Ansicht die positive Ladung ihren Ursprung schon in den ganz hohen Schichten und die negative Ladung der Erde ist nur eine scheinbare. Er glaubt durch seine Theorie nicht nur den innigen Zusammenhang zwischen Erdmagnetismus und Luftelektrizität, sondern auch die enorm gesteigerte Leitfähigkeit und positive Unipolarität der Luft des arktischen Gebietes während der Sommermonate erklären zu können.

*) Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXI, Heft 5.

Sonnenflecke am 12. Oktober 1903.

„Die Sonne ist der Alchymist." —

Halten es nun auch die Physiker in diesem einen Falle, der Abhängigkeit des positiven atmosphärischen Gefälles, mit der Erdladung, so sind sie doch in den meisten übrigen Punkten, die das Wetter angehen, der Ansicht, daß die Sonne der Wetter-Zauberer sei. Während jedoch bisher die Sonnenflecken und ihre größere oder geringere Häufigkeit als das Störende galten, neigt man jetzt mehr und mehr der Meinung zu, daß die Sonnenflecken und Protuberanzen die wirksamsten Wettermacher sind.

Besonders gut illustriert wird die Abhängigkeit der meteorologischen Verhältnisse auf Erden von den Vorgängen auf der Sonne durch die enge Verknüpfung der erdmagnetischen Ungewitter mit den Sonnenflecken. Nach den Beobachtungen, welche Wilh. Krebs zu Münster in Oberelsaß in der dem 12. April 1903 vorausgegangenen Woche machte, teilte sich am 6. und 8. April je ein vorher einfach erscheinender Sonnenfleck und wechselte gleichzeitig die Richtung seines Fortschreitens. Die beiden Beobachtungen ließen auf heftige Eruptionstätigkeit an der Sonnenoberfläche schließen. Die Teilung im besonderen kann erklärt werden entweder aus einer Trennung, welche die zurücksinkenden gekühlten Massen des Fleckes durch eine zwischen sie schlagende Fackel erlitten, oder aber aus ihrer Zersprengung durch Explosions- und Schwungkräfte. Für letzteres spricht, daß die Teilung des ersten Sonnenflecks auch am 7. April bestehen blieb.

Am 6. April nun trat zu Pola, dem österreich.-ungar. Kriegshafen an der Adria, eine ungewöhnliche Störung des Erdmagnetismus, ein etwa von Mitternacht bis Mitternacht währendes Ungewitter, ein — das größte seit dem 5. Mai 1900. Auch das Pariser Observatorium meldete vom 6. April eine starke Störung. Noch stärker aber als in Pola trat sie zu Manila auf den Philippinen ein, und zwar genau zu demselben Zeitpunkte. Pola ist mehr als dreimal so weit wie Manila vom Erdäquator entfernt. So drängt sich die Vermutung auf, daß es die durch jene Fleckenteilung sichtbar gemachte Steigerung der Eruptionstätigkeit in der Äquatorgegend der Sonne

war, welche gerade im Äquatorialgebiete der Erde größere magnetische Störungen hervorrief als in höheren Breiten.

Diese Annahme wird durch das weitere Verhalten des Erdmagnetismus im April 1903 bestätigt. In Manila war am Abend des 7. die Ruhe vollkommen wiederhergestellt. Als am 8. April die zweite Fleckenteilung, und zwar in mittleren Breiten der Sonne, stattfand, zeigte sich in Manila keine Störung. Dagegen wurde vom Pariser Observatorium vom 8. zum 9. eine neue Störung gemeldet, deren Anheben zeitlich in guter Übereinstimmung mit der von Krebs am Nachmittag des 8. beobachteten Fleckenteilung stand.

Eine weitere Bestätigung dafür, daß der gesteigerten Eruptionstätigkeit in gewissen Breiten der Sonne magnetische Störungen in denselben Breiten der Erde entsprechen, lieferten die manchem Leser vielleicht noch erinnerlichen, in allen Zeitungen berichteten Vorgänge des 31. Oktober 1903. Dieses gewaltige erdmagnetische Ungewitter zeigte sich erstens durch die stundenlang währenden Betriebsstörungen der dem Telegraphen- und Bahnverkehr dienenden elektrischen Leitungen in Westeuropa und zweitens durch Nordlichterscheinungen in Mittel-, Nord- und Westeuropa, Sibirien und Nordamerika. Die Störung war auch auf der Tropenstation Manila wahrnehmbar, nahm jedoch von hier aus nach den Parallelgraden von Potsdam und Wilhelmshaven in jeder Hinsicht — Deklination, Horizontal- und Vertikalintensität — bedeutend zu. Eine vor dem 31. Oktober beobachtete, aus fünf Flecken gebildete Sonnenfleckengruppe, am 31. ungefähr auf dem mittleren Meridian der Sonnenscheibe, in mittleren Breiten ihrer Südhälfte, gelegen, wies am 1. November neun, vielleicht gar elf Flecken auf, hatte also eine besonders kräftige Zersprengung erlitten. Wahrscheinlich traten erdmagnetische Störungen gleichzeitig auf der südlichen Halbkugel auf, worauf frühere Beobachtungen wenigstens schließen lassen, nach denen die zuerst im Jahre 1888 von André behauptete Allgemeinheit der starken magnetischen Störungen für die ganze Erde kaum mehr zweifelhaft sein kann.

Bisher ist, wie Krebs betont, beim Vergleich der Sonnentätigkeit mit den erdmagnetischen Schwankungen, dem bloßen Abzählen der Flecken und dem Suchen nach übereinstimmendem periodischen Auftreten eine allzu große Bedeutung zugemessen. Es sollte mehr Gewicht auf die, beträchtliche Störungen in der Sonnenoberfläche verratenden plötzlichen Veränderungen eines Sonnenfleckes und die gleichzeitigen auffallenden Schwankungen der erdmagnetischen Elemente gelegt werden. Und nicht letztere allein, auch die meteorologischen Nebenumstände sollten beobachtet werden. Es zeigten sich z. B. nach den magnetischen Ungewittern vom 6. und 8. April bei einem Schneefall am 9. Flocken von ganz ungewöhnlicher Größe (3 bis 4 Quadratzentimeter) und Schwere (1 bis 2 Gramm). Am Abend des 31. Oktober sah Krebs ein eigenartiges rotes Leuchten auf der bogenförmigen Rückseite einer abziehenden Lage von Hochnebel, und zwar am Südhimmel und nicht zu verwechseln mit dem eine halbe Stunde später auftretenden Nordlicht. Ob solche Erscheinungen, ob ferner die starken Niederschläge des April 1903 und der Wolken- und Nebelreichtum des November mit jenen Sonneneruptionen zusammenhängen, könnte nur durch zahlreiche und sorgfältige Beobachtungen festgestellt werden.*)

Svante Arrhenius, der die Nord- und Südlichterscheinungen und die magnetischen Ungewitter auf Erden für Wirkungen der elektrischen Strahlung der Sonne ansieht, hat die Frage aufgeworfen, wie langer Zeit es bedarf, bis sich der Einfluß eines Sonnenfleckes auf die Erdatmosphäre bemerkbar macht. Leider zieht er dabei nicht, wie Krebs, die gewaltigen eruptiven Störungen der Flecken in Betracht, sondern berücksichtigt nur die ihm am wirkungsvollsten erscheinende Stellung des Fleckes, nämlich die Stellung im zentralen Meridian der Sonne.

Negative Jonen (s. II. Jahrbuch, S. 84) verdichten Dämpfe leichter, als positive es tun. Zweifellos werden die Gase in der Sonnenatmosphäre tatsächlich durch die ultraviolette Strahlung ionisiert. Wir müssen demgemäß annehmen, daß sich unter den Tröpfchen, welche durch Kondensation in der Sonnenatmosphäre entstehen, weit mehr negativ als positiv geladene befinden. Da diese Tröpfchen durch den Strahlungsdruck fortgetrieben werden, so laden sie die Atmosphären der Himmelskörper, z. B. der Erde, die sie treffen, mit negativer Elektrizität, und zwar so lange, bis die Ladung so groß ist, daß Entladungen erfolgen; hiebei bilden sich Kathodenstrahlen, welche die Ladung ins Weltall zurückfeuern.

Eine Berechnung der Schnelligkeit, mit der diese Teilchen sich durch den Raum bewegen, ergibt, je nachdem man die Größe, das spezifische Gewicht und die Durchsichtigkeit der Tröpfchen annimmt, verschiedene Ergebnisse. Ein durchscheinendes Partikelchen könnte die Erde $1^1/_2$ mal schneller erreichen als ein vollkommen schwarzes, nämlich in ungefähr 46 Stunden. Damit stimmt überein, wenn Riccò schon 1892 in sechs Fällen starker magnetischer Stürme feststellt, daß diese durchschnittlich $45^1/_2$ Stunden nach dem Durchgange eines großen Sonnenfleckens durch den Zentralmeridian der Sonne auftraten. In einem Falle betrug der Zeitunterschied freilich nur 20 Stunden.

Natürlich kann, da die Sonnenflecken auch schon vor dem Erreichen ihrer zentralen Stellung wirken müssen, der magnetische Sturm auch früher eintreten; seine größte Stärke jedoch scheint er immer erst in der angegebenen Zeit, nach einer anderen Berechnung auch in $42^1/_2$ Stunden nach dem Fleckendurchgang durch den mittleren Meridian, zu erreichen.

Im Anschluß an diese Berechnung erörtert Arrhenius noch die Frage, wie bei dieser fortgesetzten Verausgabung negativer Elektrizität das elektrische Gleichgewicht der Sonne Bestand haben könne. Er findet auf Grund von Berechnungen, auf die wir hier nicht eingehen können, daß die Sonne sich zur Deckung ihrer Ausgaben auf den Elektronenfang verlegen muß und daß es ihr gelingt, alle Elektronen aus dem Weltraum, die ihr näher kommen, als der Abstand von $1^1/_4$ Lichtjahren beträgt, aufzugreifen und sich einzuverleiben. Da unser nächster Stern (α Centauri) ungefähr vier und auch andere Sterne

*) Das Weltall, 4. Jahrgang 1904, Heft 19.

weniger als zehn Lichtjahre von uns entfernt sind, so ist es offenbar, daß die negativen Elektronen, die von Anhäufungen negativ geladener Tropfen — kosmischen Nebeln oder Meteoriten — ausgestrahlt werden, im allgemeinen nicht an vielen Sonnen vorüberkommen können, ohne aufgefangen zu werden. So bekämen die Sonnen durchschnittlich aus dem Weltall so viel negative Elektrizität zurück, als sie verlieren.

Dieser Ausgleich zwischen Verlust und Gewinn beruht auf der Annahme, daß für die Teilchen, welche von der Sonne fortschnellen, andere als elektrische Kräfte, nämlich der Strahlungsdruck, wirksam sind, während für die von der Sonne eingefangenen negativen Elektronen andere Kräfte als die elektrischen völlig bedeutungslos sind.*)

Zum Schluß sei erwähnt, daß auch der große englische Physiker Lockyer die Ursache der magnetischen Stürme und Polarlichter nicht in den Sonnenflecken, sondern in den Fackeln und namentlich in den polwärts gelegenen Protuberanzen der Sonne sieht. Eine zusammenfassende Arbeit über Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht und ihre Beziehungen zu außerirdischen Einflüssen bietet A. Nippoldt jun.**)

Unbestritten bleibt der Einfluß des gewaltigen Alchymisten freilich auch in diesem Falle nicht. Prof. Dr. Franz, der Direktor der Breslauer Sternwarte, schrieb der „Breslauer Zeitung" gelegentlich des magnetischen Ungewitters vom 31. Oktober 1903:

„Die Ursache dieser interessanten Erscheinung liegt außerhalb der Erde. Bei ihrer Bahnbewegung trifft die Erde nämlich zeitweise mit kosmischen Wolken von Eisenstaub zusammen, und diese gruppieren sich dann unter dem Einflusse des Erdmagnetismus in der Nähe der magnetischen Pole in sogenannten Kraftlinien und werden, indem sie mit kosmischer Geschwindigkeit in die oberen Schichten der Atmosphäre eindringen, durch Reibung glühend und leuchtend. Ihre Strahlenbüschel konvergieren (laufen zusammen) nach den magnetischen Polen der Erde, zugleich stören sie durch Wechselwirkung den normalen Magnetismus der Erde, indem sie eine Influenz hervorrufen, und senkrecht zur magnetischen Störung laufen induzierte elektrische Ströme von West nach Ost durch die Erde." Daß diese zwar interessante, aber auf gar keine positiven Beweise gestützte Annahme den Beifall der Physiker und Meteorologen finden wird, läßt sich kaum annehmen.

Regen und Winde.

Man sollte kaum annehmen, daß eine so alltägliche Erscheinung, wie der Regen, abgesehen von der Beobachtung und Erklärung ungewöhnlich starker Regenfälle, noch Anlaß zu besonderen Betrachtungen bieten könne. Dennoch hat P. Lenard***) solche angestellt, und man kann nur sagen, daß sie nicht zwecklos gewesen sind.

*) Proceedings of the Royal Soc. vol. 73, Nr. 495.
**) Samml. Göschen, Leipzig 1903.
***) Meteorol. Zeitschrift, Bd. 21 (1904), Heft 6.

Sowohl hinsichtlich des Vorganges der Auslösung, des Anstoßes, ohne welchen Wolken nicht regnen, als auch hinsichtlich der darauffolgenden Ereignisse, welche das Herabfallen des Wassers begleiten, bietet der Regen noch viel Fragliches.

Wie lange kann ein Tropfen in der Luft schweben und wie schnell fällt er? Die Fallgeschwindigkeit, nach Metern in der Sekunde angegeben, ist natürlich von der Größe der Tropfen abhängig, denn je größer der Tropfen, desto schneller fällt er, desto mehr Widerstand der Luft hat er aber auch dabei zu überwinden. Die früher berechneten Fallgeschwindigkeiten stimmen nun aber mit den von Lenard bei seinen Versuchen beobachteten nicht überein: ein Tropfen von 1·28 Millimeter Durchmesser z. B. sollte in der Sekunde 5·65 Meter fallen, er fällt aber nur 4·8 Meter. Ein 4·50 Millimeter-Tropfen fällt 8·05 Meter (gegen 10·6 berechnete Meter), ein 6·36 Millimeter-Tropfen gar nur 7·80 (gegen 12·6).

Man sieht daraus, daß bei wachsender Tropfengröße die Fallgeschwindigkeit nicht entsprechend wächst, sondern sehr schnell einen Grenzwert — ungefähr 8 Meter in der Sekunde — erreicht; bei wachsender Tropfengröße nimmt sie sogar noch ein wenig ab. In allen Fällen aber ist der wirkliche Luftwiderstand größer als der berechnete. Das rührt daher, daß die fallenden Tropfen nicht, wie die Berechnung annimmt, den Durchmesser von Kugeln behalten, sondern beträchtlich deformiert, und zwar von oben nach unten abgeflacht sind. Sie werden dadurch breiter und der Luftwiderstand dementsprechend größer; deshalb fallen sie langsamer, als wenn sie Kugeln blieben. Die Abflachung schreibt Lenard nicht dem senkrecht zur Tropfenoberfläche gerichteten Drucke zu, sondern den tangentialen Reibungskräften der Luft, welche allmählich die ganze Masse des Tropfens in wirbelnde Bewegung bringen. Eine solche Bewegung muß durch ihre zentrifugalen Kräfte zunächst den Tropfen abflachen, dann aber, wenn die Fliehkraft genügende Stärke erlangt, ihn zu einem horizontalen Ringe öffnen, der schließlich in einen Kranz kleinerer Tropfen zerfällt.

Allzu große Tropfen werden häufig unterwegs zerstört, besonders durch den Wind. Regentropfen bis zu 4 Millimeter Durchmesser werden unter allen Windverhältnissen unversehrt ihren Weg durch die Luft finden, solche von 5·5 Millimetern oder gar größere nur für die Dauer weniger Sekunden bestehen können. Fallen, wie das bei Platzregen (Wolkenbrüchen) und Tropenregen vorkommt, größere Tropfen (6·7 und 7·3 Millimeter = 0·16 und 0·20 Gramm Gewicht), so muß eine fortwährende Umwandlung der Tropfen in der Luft stattfinden, derart, daß jeder Tropfen, der 5·5 Millimeter bereits erreicht hat, zerfährt, die größeren Bruchstücke im Fallen durch Vereinigung mit kleinsten, auf die sie stoßen, wieder anwachsen, um darauf wieder zu zersprühen und so fort. Als eigentliche Regentropfen bezeichnet man meist nur solche von 0·5 Millimeter aufwärts, da die kleineren durch das Aufsteigen der Luft gewöhnlich vom Herabfallen abgehalten werden.



Dieses Aufsteigen der Luft ist, weil es den Wasservorrat liefert, Vorbedingung für jeden Regen; doch genügen für die Wassermengen der allermeisten Regen schon sehr geringe Luftgeschwindigkeiten. Es würde für einen bei 20 Grad gesättigten Luftstrom von 1·2 Metern in der Sekunde aufsteigender Geschwindigkeit die Abkühlung auf 6 Grad genügen, um einen Wolkenbruch wie den vom 3. Juli 1899 abends 9 bis 10½ Uhr zu liefern; derselbe ergab während seiner heftigsten Periode 0·72 Millimeter Regenhöhe in der Minute. Ein solcher Luftstrom würde nur noch die feinsten Tröpfchen unter 0·2 Millimeter Durchmesser am Fallen verhindern, kann aber den anderen gegenüber als nicht vorhanden angesehen werden.

Stärker aufsteigende Luftströme werden dagegen einen bedeutenden Einfluß auf den Charakter der unten ankommenden Tropfenmischung haben. Eine Geschwindigkeit von 8 Metern in der Sekunde aufwärts würde sogar alles Herabfallen von Regen verhindern, darüber hinausgehende Geschwindigkeiten könnten, solange und soweit sie bestehen, beliebig große Wassermengen in beliebige Höhen hinaufheben. Liegt die Grenze der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes nicht weit unter 8 Metern in der Sekunde, so wird den weit emporgetragenen Tropfen Zeit zum Anwachsen gegeben, der Vorgang des Zerfahrens und Wiedervereinigens wird sich abspielen. Dann werden, wenn Wind einsetzt, zeit- und stellenweise überwiegend Tropfen größeren Kalibers oder — wenn oben Frieren stattgefunden hat — Hagelkörner von solchen seitlich getriebenen Massen herabkommen, während die gleichzeitig direkt aus der Wolke fallenden Tropfen viel kleiner sein müssen. Einen solchen Regen, in dem größte, eben noch existenzfähige Tropfen mit kleinen vermischt fallen, während die Zwischenstufen fehlen, nennt Lenard einen „tumultuarischen".

Die meisten gewöhnlichen Landregen, die „stillen Regen", dürften durch einen aufsteigenden Luftstrom mit Geschwindigkeiten zwischen 2 und 0 Metern in der Sekunde ausreichend gespeist werden. Dabei geht die Bildung und das Wachsen der Regentropfen im wesentlichen wie in ruhender Luft vor sich. Übergänge von stillem zu tumultuarischem Charakter des Regens werden stattfinden, wenn die aufsteigende Luftgeschwindigkeit zwar 2 Meter-Sekunden übersteigt, aber 8 Meter-Sekunden nicht nahekommt.

Die Wichtigkeit des aufsteigenden Luftstromes für die Regenmenge erhellt aus den Untersuchungen Dr. Kaßners über das regenreichste Gebiet Europas. Während bisher der Norden Englands, wo durchschnittlich 4300 Millimeter Regen im Jahre fallen, als die niederschlagreichste Gegend galt, wies Kaßner an der Hand zehnjähriger Beobachtungen nach, daß der Südosten Europas größere Niederschlagsmengen im Jahresdurchschnitt erhält. Die auf den Bergen der Bocche di Cattaro errichteten Messungsstationen ergaben, daß hier ein Gebiet mit 4560 Millimeter Niederschlag liegt, ungefähr das achtfache dessen, was im Jahre in Berlin fällt. Die Ursache dieses Regenreichtums ist in dem häufigen Auftreten des Scirokko zu suchen, der an den Steilhängen der adriatischen Fjordküste durch das Aufsteigen gezwungen ist, seine Feuchtigkeit abzugeben. 93 Prozent der Niederschläge fallen im Herbst, Winter und Frühling, so daß trotz dieser großen Regenmenge im Sommer in jenen Gegenden häufig Wassermangel herrscht.

Über die vertikalen, in senkrechter Richtung auf- und absteigenden Luftströme, die nach dem vorhergehenden für die Regenbildung von so hervorragender Wichtigkeit sind, hat Dr. F. M. Exner theoretische Untersuchungen angestellt.*) Leider hat sich daraus ergeben, daß unsere jetzigen Kenntnisse dieser Vorgänge noch viel zu lückenhaft sind, um daraus Vorteil für die Wettervorhersage ziehen zu können. Exner weist nach, daß bei gleichmäßiger Luftdruckverteilung der absteigende Luftstrom ein Steigen, der aufsteigende ein Fallen des Druckes zur Folge hat. Die vertikale Bewegung ist unter sonst gleichen Verhältnissen in warmen Gebieten größer als in kalten und bei hohem Druck kleiner als bei niederem.

Merkwürdigerweise entspricht in größeren Höhen der dort festgestellten Umkehr der Temperatur eine Umkehr der Luftströmungen: während für untere Luftschichten die Bildung von Niederschlägen durch einen verhältnismäßig tiefen Druck (= aufsteigendem Luftstrom) bedingt ist, wird sich in größerer Höhe Niederschlag bilden, wenn der Druck daselbst an einem Orte gegen seine Umgebung verhältnismäßig hoch ist. Diese zuerst theoretisch gefundene Ansicht prüfte Exner an den Beobachtungsergebnissen der Höhenstation Sonnblick und fand sie hier bestätigt.

Es scheint also, daß die der Erdoberfläche zunächst liegenden und die höheren Schichten der Atmosphäre sich bezüglich der Bedingungen für die Entstehung eines vertikalen Luftstromes gerade umgekehrt verhalten: an der Erdoberfläche bedingt bei stationärem Zustande tiefer Druck aufsteigenden, hoher Druck absteigenden Luftstrom; in der Höhe findet aufsteigender Strom bei hohem Druck, absteigender bei tiefem statt. Haben wir z. B. vollkommen heiteren Himmel über uns, so müssen wir an der Erdoberfläche verhältnismäßig hohen, in der Höhe (2000 bis 4000 Meter) tiefen Druck voraussetzen. Die Druckabnahme muß daher hier eine raschere sein, als in der Umgebung, was der Fall sein wird, wenn auch die Temperatur daselbst rascher abnehmen wird; und tatsächlich ist auch im absteigenden Luftstrom die Temperaturabnahme mit der Höhe größer als sonst. Betrachten wir anderseits z. B. den Fall, daß ein tiefer Druck, wie er wohl gewiß in einem Wirbelsturme obwalten wird, bis in größere Höhen hinaufreicht, so soll dann an der Erdoberfläche aufsteigender, in der Höhe absteigender Luftstrom vorhanden sein. Das erinnert unwillkürlich an das sogenannte „Auge des Sturmes", ein Aufklaren im Zentrum eines Zyklons, das wohl auf absteigenden Luftstrom zurückzuführen ist.

Für die Wetterprognose, dieses Kreuz der Meteorologie, besonders der offiziellen, versprechen auch diese Aufschlüsse wenig Förderung, wie man überhaupt jedem neuen Versuch einer Wettervorhersage

*) Sitzungsberichte der K. Akademie der Wiss. Wien, Bd. 112, Abt. IIa, Mai 1903.

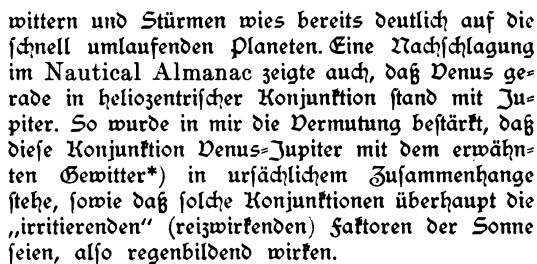


mit begründetem Mißtrauen entgegentreten muß, da offenbar bis jetzt die tatsächlichen Grundlagen für eine solche nicht vorhanden sind. Dennoch müssen wir in folgendem wenigstens zwei Versuchen auf diesem Felde Gehör schenken.

Neue Wetterpropheten.

Uralt sind die Bestrebungen des Menschen, die Konstellationen der Planeten den Zwecken der Wetterprognose dienstbar zu machen. Selbst in dem Kalender, welchen die Akademie der Wissenschaften zu Berlin vor 200 Jahren unter der Leitung des wissenschaftlich durchaus auf der Höhe stehenden Kirch herausgab, finden wir noch stets zu jedem Tage die Planetenaspekten und das daraus zu mutmaßende Wetter verzeichnet. So heißt z. B. die Prognose für den 12. Januar 1702: „Am 12. Jan. halten zwar Jupiter und Venus eine Zusammenkunfft, so auf ein fein gelinde mit Wolken und Sonnenschein vermischt Gewitter ziehen, aber die Sonne wird von dem kalten Saturno durch einen Gesechstenschein bestrahlet; daher diese nicht wohl durchdringen möchte. Ja, ich fürchte vielmehr alsdann hefftigen Frost.“ Neben dem meteorologischen tritt auch noch das astrologische Element jener Prognosen in ihrer Erstreckung auf Gesundheit und Krankheit der Menschen, Voraussagung giftiger Fieber und ähnlichem zu Tage.

An diese mehr astrologischen als wissenschaftlichen Grundlagen der Wetterprophezeiung ward ich erinnert, als ich das Heftchen von C. Marti „Die Wetterkräfte der Planetenatmosphären“ sah.*) Die Lektüre desselben führte jedoch zu einer angenehmen Enttäuschung, indem aus der Arbeit ein ernstes Streben nach Ergründung der Wahrheit hervorschaut. Angeregt durch die Wetterprognosen von Overzier in Köln, hat Marti seit 20 Jahren die angeblich wetterbestimmenden Ursachen auf ihre Zuverlässigkeit geprüft. Deutliche Wirkungen von Neumond, Vollmond oder Mondnähe waren nicht zu erkennen, ebensowenig solche der Planetenannäherungen an die Erde oder die Sonne. Auch die Sonnenflecke und ihre Wetterkraft, allein und kombiniert mit den Sonnenfackeln, mit Mondständen, wurden jahrelang ohne Erfolg untersucht. Da legte Verfasser sich im Laufe eines starken Gewitters (19. Mai 1888) folgende Fragen vor: Ist dieses Gewitter die Wirkung von Erd-, Sonnen- oder anderen kosmischen Kräften? Waren die Ursachen terrestrisch, warum kam das Gewitter nicht schon ein, zwei, ja sogar drei Tage früher, statt daß sich solche Regenmengen, Elektrizitätsmengen und Spannungen ansammelten? Die Wahrscheinlichkeit sprach also mehr für kosmische Ursachen, in erster Linie für Sonnenkräfte. Lag jedoch die Kraft in Eruptionen der Sonne, so waren weitere Forschungen ziemlich aussichtslos. Ganz anders stünde es aber, wenn das Gewitter die Wirkung einer oberflächlichen Irritation (Reizung) der Sonne war. Dann durfte mit weit mehr Aussicht nach den „irritierenden“ Kräften selbst gesucht werden. Das oft plötzliche Eintreten und Aufhören von Ge-



wittern und Stürmen wies bereits deutlich auf die schnell umlaufenden Planeten. Eine Nachschlagung im Nautical Almanac zeigte auch, daß Venus gerade in heliozentrischer Konjunktion stand mit Jupiter. So wurde in mir die Vermutung bestärkt, daß diese Konjunktion Venus-Jupiter mit dem erwähnten Gewitter**) in ursächlichem Zusammenhange stehe, sowie daß solche Konjunktionen überhaupt die „irritierenden“ (reizwirkenden) Faktoren der Sonne seien, also regenbildend wirken.

Durch Vergleichung jeder einzelnen Konjunktion mit den Regen-, Gewitter- und Sturmangaben in acht Orten der Schweiz während der Jahrgänge 1881 bis 1898 gelangte Marti zu folgenden Annahmen:

1. Nur diejenigen Planeten mit dichten Atmosphären scheinen Wetterkraft zu haben: Merkur, Venus, Jupiter, Saturn, Uranus, so ungleich auch ihre Größen und Entfernungen sind.

2. Die Planeten wirken in zwei Ordnungen, nämlich erster Ordnung Merkur mit Venus und Saturn, zweiter Ordnung Venus mit Jupiter und einzelnen kleinen Planeten. Mond und Mars ergaben keine deutliche Regenwirkung. Gegen die erste Hypothese verstößt Neptun, der eine dichte Atmosphäre, aber keine deutlich wahrnehmbare Wetterwirkung besitzt. Dagegen ist Marti geneigt, dem von Grigull rechnerisch entdeckten neuen transneptunischen Planeten (s. S. 22) eine bedeutende Wetterkraft zuzuschreiben, und zwar in Verbindung mit Merkur, mit dem er jährlich meist vier Konjunktionen macht.

Da Entfernung und Masse der Planeten ohne Einfluß auf das Wetter sind, so fragen wir uns natürlich, worauf die von Marti angenommene Wetterkraft der Konjunktionen beruhen soll. Er sieht sie in der Strahlung gewisser Atmosphärenbestandteile der in Konjunktion tretenden Planeten. Auf diese Idee brachte ihn eine Stelle in einem kleinen Werke über Spektralanalyse: „Die Atmosphären von Uranus und Neptun sind jedenfalls von der unserigen sehr verschieden und enthalten einen in der Erdatmosphäre nicht vorkommenden Stoff in großen Mengen.“ Offenbar ist also jenes auch nach Aussage anderer Werke vorhandene Gas die primäre Ursache aller durch Merkur-Uranus hervorgerufenen Wettererscheinungen, und da auch die Saturnatmospäre es in großen Mengen enthält, so bilde es überhaupt die Erklärung für die Kraft der Konjunktionen erster Ordnung. So werden diese genannt, weil sie die sichersten und heftigsten sind, gewissermaßen ähnlich wie Geschoßzünder wirken. Die Ladung der Atmosphäre mit Regen wird dagegen hauptsächlich durch die Konjunktionen zweiter Ordnung, also Venus mit Jupiter und Venus mit denjenigen kleinen Planeten, die eine genügend dichte und die Venusstrahlen ergänzende Atmosphäre besitzen, besorgt. Haben die Konjunktionen zweiter Ordnung keinen Regen gesammelt, so bringen auch die erster entweder gar keinen Wetterumschlag zu stande oder nur einen sehr schwachen. Die Luftmasse der Erde ist so schwer und oft so trocken, daß keine Konjunktion für sich allein einen rechten Wetter-

*) Osnabrück 1902. Sonderabdruck aus dem 15. Jahresbericht des Naturwiss. Vereins zu Osnabrück.

**) Merkwürdigerweise wird in dem Kalender für 1702 aus der gleichen Konjunktion auf ein Gewitter geschlossen — am 12. Januar!



umschlag zu stande bringt, sondern immer mehrere helfen müssen. — Der Raum gestattet leider nicht, weiter in die interessanten Einzelheiten der Ausführungen Martis, auf seine zehn Wettergesetze und die teils behufs praktischen Beweises, teils behufs weiterer Bestätigung der Gesetze angehängten Wettertabellen, einzugehen. Indem wir den Leser auf die interessante Arbeit verweisen, fügen wir zum Schluß, als Beweis dafür, daß Marti nicht ein Fanatiker seiner Idee ist, das erste seiner Wettergesetze an:

Das Wetter eines Erdortes ist die Kombination aus der Lokalkonstanten, d. h. den das Wetter beeinflussenden örtlichen Umständen, wie Lage, Höhe über dem Meere, kontinentales oder ozeanisches Klima u. a., aus den jährlichen Änderungen des Sonnenstandes und den „schnellen" Wetterfaktoren; letztere sind eben die Konjunktionen, d. h. die „Zusammenkünfte" zweier Planeten auf einer Verbindungslinie, deren Verlängerung geradlinig auf die Sonne zielt.

„Wir wissen," sagt Prof. Dr. Klein, „daß der Planet Venus am 7. Juni des Jahres 2004 vor der Sonnenscheibe vorüberziehen wird; wir wissen, an welchem Punkte des Raumes gegenwärtig der uns unsichtbare Halleysche Komet sich befindet, und ebenso wissen wir, an welchem Orte des Himmels der Mond vor genau 1000 Jahren gestanden hat und wo er nach Verlauf von genau 1000 Jahren stehen wird; aber kein gebildeter Mensch weiß zuverlässig, welches Wetter morgen herrschen wird. Alle Wettertelegraphie und alle Prognosen, der ganze sogenannte „Wetterdienst", den manche Staaten sich haben aufbürden lassen, alles dies ist nicht im stande, auch nur auf zweimal 24 Stunden im voraus das kommende Wetter so anzugeben, daß man sich für den Verlauf eines Tages danach richten könnte."

Dieser Erkenntnis, die sich zum Glück immer breitere Bahn bricht, hat kürzlich Prof. Dr. E. Hermann, der sich früher selbst an der deutschen Seewarte mit Aufstellung von Wetterprognosen abgemüht hat, Ausdruck gegeben; zugleich hat er, in einem Vortrage im Nautischen Verein zu Hamburg,*) ein neues System von Wetterprognosen für den Ozean aufgestellt, das, wenn es sich bewährte, dem Schiffer ganz andere Chancen bieten würde als die fehlsamen Eintagsprognosen der jetzigen staatlichen Zentralstellen, die für die Großschiffahrt einfach nutzlos sind.

Prof. Hermann verwirft vor allem die Auffassung, als ob unsere Breiten von regelmäßigen kreisförmigen Wirbeln und Zyklonen beherrscht würden. Er sagt geradezu, wenn man bei der Darstellung von Wettervorgängen ein System kreisförmiger Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) finde, so könne man mit Sicherheit annehmen, daß dies den Tatsachen nicht entspreche und dies System sich anders gestalten würde, wenn zahlreichere und besser verteilte Beobachtungen vorlägen. Erst das Studium synoptischer Wetterkarten, die sich von den Felsengebirgen Nordamerikas bis zum Ural erstreckten, habe ihm neue Gesichtspunkte eröffnet. Erst auf einem solchen weiteren Gebiete kann der wirkliche Zusammenhang dieser Erscheinungen sich zeigen, falls er sich überhaupt deutlich erkennbar macht. Außer diesen Karten hat Prof. Hermann nur das einzige auf diesem Gebiete ausnahmslos gültige Gesetz berücksichtigt, das barische Windgesetz, welches die Beziehungen zwischen Luftdruckverteilung und Wind folgendermaßen ausspricht:

Der Wind weht so, daß ein Beobachter, der auf der nördlichen Halbkugel mit dem Winde geht, den hohen Luftdruck zu seiner Rechten, den niedrigen zur Linken hat (auf der Südhalbkugel umgekehrt).

Die Winde sind um so stärker, je größer die Luftdruckunterschiede sind oder je dichter die Isobaren aneinander liegen.

Was nun beim Studium der jene weiten Gebiete umfassenden Wetterkarten vor allem ins Auge fällt, ist die häufige Gruppierung der Luftdruckverteilung und der Winde in ihren großen Zügen nach Zonen, die sich von der westlichen bis zur östlichen Grenze des Kartenbereiches (Felsengebirge bis Ural) erstrecken. Die gegenseitige Lage dieser Zonen ist zu verschiedenen Zeiten höchst verschieden, so daß zu einer Zeit dort ein Gürtel niedrigen Druckes liegt, wo zu anderer Zeit eine Hochdruckzone sich befindet.

In allen Fällen aber, in denen diese gürtelförmige Verteilung des Luftdrucks nicht zum Ausdruck kommt, fand Prof. Hermann, daß dann etwa in der Richtung der Breitenkreise fortschreitend sich Zunahme und Abnahme des Luftdrucks oft in annähernd gleichen Entfernungen wiederholen, daß also den Gebieten niedrigen Luftdrucks benachbarte ähnlich gestaltete Gebiete hohen Druckes entsprechen. Darin schien sich ihm eine Art Wellenbewegung der atmosphärischen Vorgänge zu offenbaren. Prof. Hermann hat auch nachgewiesen, daß der infolge der Temperaturunterschiede zwischen dem Äquator und den Polen notwendige Austausch der Luft sich nicht durch beständige Luftströmungen vollziehen kann, wie solche die theoretische Meteorologie annimmt (s. Jahrbuch II., S. 74 und 75), sondern daß eine solche Zirkulation sich nur in periodischen Schwingungen und Wellen vollzieht. Mit einem hohen Grade von Gewißheit kann man sagen, daß die veränderlichen Vorgänge in der Atmosphäre, die geschlossenen Systeme gleichen Luftdrucks (Isobaren) und die mit ihnen verbundenen Windsysteme, Teile der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation zwischen Äquator und Pol sind.

Bei praktischer Prüfung des Verlaufes dieser Wellen oder Schwingungen entdeckte Prof. Hermann, daß die großen Zonen der Luftdruckverteilung, die in ihrer Veränderlichkeit wohl als Schwingungen aufzufassen sind, ebenso auch die Bewegungen der fortschreitenden Wellensysteme sich auf der nördlichen Halbkugel um ein Zentrum gruppieren, das nicht weit von dem magnetischen Nordpol liegt (auf Boothia Felix im arktischen Nordamerika). Dadurch wird die Tatsache erklärt, daß die Bahnen der Minima über dem nordamerikanischen Festlande vorzugsweise von West nach Ost gerichtet sind, über dem Nordatlantik allmählich nach Norden abbiegen

*) Gaea 40. Jahrg. (1904), Heft 8; auch als Broschüre bei Eckhardt u. Messtorff, Hamburg, erschienen.

und über Europa vorwiegend nach Nordosten fortschreiten.

Prof. Hermann hält nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse eine Prognose auf längere Zeit hinaus auf dem Festlande für unmöglich. Anders verhält es sich für den Ozean, wo eine solche hinsichtlich der Luftdruckverteilung, d. h. der Windverhältnisse — und auf diese kommt es der Schiffahrt ja hauptsächlich an —, wohl möglich ist. Ein Vergleich der von ihm gegebenen Prognosen der Luftdruckverteilung über dem Ozean mit den tatsächlichen Wetterkarten zeigt viel Übereinstimmung und läßt gute Fortschritte in dieser Richtung erhoffen. Ein von ihm gegebenes Beispiel, der 6. Februar 1899, ein Tag des berühmten „Bulgaria"-Sturmes, ist lange vor dem Datum ausgeführt worden. Nach solchen Prognosekärtchen wäre der Schiffsführer schon vor Antritt der Reise in der Lage, den günstigsten Weg zur Überfahrt zu wählen. Aber bei der ungeheuren Menge des für solche Voraussagen zu bearbeitenden Materials wäre es unumgänglich, daß staatliche Mittel dafür bereitgestellt würden, da die Leistungsfähigkeit einer einzelnen Person dazu nicht ausreicht.

Die Fee Morgana.

Zum Schlusse unseres meteorologischen Kapitels wollen wir noch einen Augenblick bei den Zauberkünsten der Fata Morgana und einigen verwandten Erscheinungen verweilen.

Eine der merkwürdigsten Luftspiegelungen, eine wechselseitige Fata Morgana, beobachtete der englische Feldmarschall Lord Roberts als Oberleutnant der bengalischen reitenden Artillerie während des nordindischen Sepoyaufstandes im Jahre 1858. Die Kimmung entstand etwa 25 Kilometer südwestlich von Lucknow, um dessen Eroberung es sich handelte.

„Am 25. Februar", erzählt Roberts, „marschierten wir nach Mohan, einem malerisch am Ufer des Sai Naddi (Zufluß des Ganges) gelegenen Städtchen. Diesen Fluß überschritten wir am nächsten Morgen und schlugen unser Lager auf einer schönen, grasbewachsenen Ebene auf. Dort sollten wir bleiben, bis die Zeit der Vereinigung mit der Armee vor Lucknow gekommen wäre. Während unseres Aufenthaltes daselbst hatten Watson und ich ein eigentümliches Abenteuer. Auf einem gemeinschaftlichen Morgenritte scheuchte mein Hund eine Nilghai-Antilope auf. Diese war uns so nahe, daß Watson ihr eins mit dem Säbel über den Rücken versetzen konnte. Wie der Blitz war sie hoch und fort, wir hinterher. Wir jagten sie mehrere Kilometer weit, erreichten sie aber nicht. Plötzlich sahen wir von rechts feindliche Kavallerie auf uns zukommen. Wir waren in einer verzweifelten Lage. Unsere Pferde waren durch die tolle Jagd erschöpft, und wenn wir verfolgt wurden, hatten wir wenig Hoffnung, durchzukommen. Wir zogen die Zügel an, wandten unsere Pferde und trabten zuerst möglichst lautlos zurück. Wir wollten unsere Pferde ein wenig verschnaufen lassen, bevor die Feinde näher heran wären und wir um unser Leben reiten mußten. Jeden Augenblick sahen wir uns um und beobachteten sie, ob sie Terrain gewonnen hätten. Bald erkannten wir deutlich, daß sie sich zur Attacke formierten. Unsere letzte Stunde schien gekommen und wir sagten einander Lebewohl, da wir sahen, daß jeder genug mit sich selbst zu tun hatte und nicht auf den anderen warten konnte. Da — sie waren verschwunden, als hätte die Erde sie verschlungen. Nichts war zu sehen, als die große Ebene, wo Sekunden vorher noch Scharen von Feinden sprengten. Zuerst konnten wir uns die Sache gar nicht erklären und wollten kaum unseren Augen trauen. Es war einfach eine Fata Morgana gewesen, die in nichts zerrann. Natürlich waren wir darüber nicht böse, die ganze Sache sah aber so natürlich aus, daß jeder getäuscht worden wäre."

Von besonderem Interesse an der Sache erscheint, daß die feindlichen Reiter auch ihrerseits die beiden Engländer gesehen haben müssen, da sie sich sonst nicht zum Angriff formiert hätten. Die Fata Morgana war also eine wechselseitige, was nach der Kimmungshypothese sehr wohl möglich ist, wenngleich die Beobachtung die erste ihrer Art in der Literatur zu sein scheint.*)

Diese merkwürdigen Spiegelungserscheinungen sind geeignet, das, was bisher durch Ballonhochfahrten über die Schichtung der Atmosphäre festgestellt ist, zu bestätigen und zu ergänzen. Der bekannte Meteorologe Wilh. Krebs erinnert in einer Arbeit über atmosphärische Sprungflächen und Spiegelungserscheinungen**) an eine Erscheinung, die den Gebirgsbewohnern Süddeutschlands als „der schwarze Strich" bekannt ist, und führt eine Beobachtung des deutsch-russischen Geophysikers v. Wrangell an, die das Rätsel des schwarzen Striches völlig zu lösen geeignet ist.

v. Wrangell sah am 1. September 1903 vom Brockengipfel aus bei beginnender Morgendämmerung am östlichen Horizont den schwarzen Strich in der scheinbaren Form einer grauen Wolkenbank von etwa 1 Grad Höhe. Die aufgehende Sonne war erst mit kirschrotem Lichte durch diesen Streifen sichtbar. Später über dem Streifen zu vollem Glanze gelangt, beleuchtete sie durch diesen hindurch das Gelände im Osten in der Weise, daß ein spiegelnder Schein wie von einer sonnenbeschienenen Meeresfläche über der Landschaft lag. Im Westen erschien der schwarze Strich in seiner ursprünglichen Form. Ein ganz allmählicher, fast unmerklicher Übergang verband die durchleuchtete östliche mit der dunklen westlichen Partie des Horizonts. Die Erscheinung war wiederholt auch während des ersten Teiles des Abstieges, der dunkle Strich noch auf dem Königsberge (in 1030 Meter Höhe) sichtbar.

Bisher nahm man an, daß der schwarze Strich durch Rauch- und Staubentwicklung auf der Erdoberfläche bedingt sei, indem die schwereren Staubteilchen nicht höher als in 1000 Meter Höhe aufstiegen. Ein in den Morgenstunden desselben Tages vom Berliner aeronautischen Observatorium aus gelungener, bis 1600 Meter Meereshöhe führender Aufstieg legt jedoch eine andere Erklärung nahe.

*) Einundvierzig Jahre in Indien. Berlin 1903. Bd. I, S. 289.

**) Das Weltall, 4. Jahrg. (1904), Heft 10.



Dieser Aufstieg zeigte, daß sich in ungefähr 950 Meter Meereshöhe über Berlin in der Atmosphäre eine nahezu horizontal gelegene Sprungfläche befand, oberhalb deren die Luft wesentlich wärmer und trockener war als in der darunter gelegenen Schichte. Während in 550 Meter Seehöhe eine Temperatur von 9·6 Grad und der Feuchtigkeitsgrad 90 herrschte, betrugen diese beiden Ziffern in 1000 Metern Höhe 10·0 Grad und 70, in 1500 Metern Höhe 7·9 und 18. Diese Sprungfläche bedeutete zugleich eine Abgrenzung der Luftströmungen, indem unter ihr eine langsame Strömung aus Westen, über ihr ein schnellerer Wind aus Westnordwest wehte.

Es liegt sehr nahe, sich diese Grenzfläche über den 200 Kilometer von Berlin entfernten Brocken hinaus ausgedehnt zu denken. Dann war, was v. Wrangell daselbst als „schwarzen Strich" sah, nichts anderes als eine solche Sprungfläche von ausgeprägt horizontaler Lage, ein wenig von oben gesehen, als direkt spiegelnde Fläche.

Derartige atmosphärische Sprungflächen, welche plötzliche, sprunghafte Übergänge einer kälteren und feuchteren Luftschicht in eine wärmere, trockenere darstellen, zieht W. Krebs zur Erklärung derjenigen Kimmungserscheinungen heran, welche man als Luftspiegelungen im eigentlichen Sinne des Wortes bezeichnen muß. Sie lassen sich nur aus der spiegelnden Wirkung solcher Sprungflächen erklären, die aber nicht wagrecht, sondern der senkrechten Stellung genähert sind; sie lassen sich mit den Spiegelvorrichtungen vergleichen, mittels deren die Geistererscheinungen auf der Bühne erzeugt werden.

Eine merkwürdige Erscheinung der Art wurde vor Jahren im südlichen Chile zu Valdivia beobachtet. Dort sah die Gattin des Herrn v. Stillfried am Nachmittag des 23. Januar gegen 6½ Uhr, landeinwärts schauend, über dem hohen Berge von Quitacalzon, 9 bis 10 Kilometer von der Stadt entfernt, zwei Schiffe, die sich wie auf dem Kamm des Berges fahrend präsentierten, beide aufrecht und mit dem Vorderteil nach Norden. Das, welches sich mehr südlich befand, war groß, ein Dreimaster. Der Rumpf der Schiffe war nicht zu unterscheiden, aber sowohl die Masten wie die Bugspriete hoben sich deutlich von einer schwarzen Wolke ab, die sich über oder hinter dem Berge befand, während in Valdivia und wahrscheinlich auch auf dem Meere die Sonne schien. An der allmählich sich verändernden Stellung einiger Bäume auf dem Bergkamme ließ sich das langsame Vorrücken der Fahrzeuge erkennen. Das große Schiff drehte sich schließlich nach und nach, bis es vom Hinterteil aus sichtbar wurde; das kleine schien auf der anderen Seite des Berges hinabzufahren und verschwand nach und nach, doch blieb das Bild klar, als man nur noch die Mastspitzen über den Berg hervorragen sah.

Da die Bilder der Schiffe aufrecht erschienen, so muß man zur Erklärung annehmen, daß eine doppelte Spiegelung an der Unterseite zweier, unter ziemlich spitzem Winkel gegeneinander geneigter Sprungflächen der Atmosphäre stattfand, etwa an den beiden Flächen einer riesigen Luftwoge, die sich verhältnismäßig langsam über das südliche Chile fortbewegte. Wogen des unteren Luftmeeres von entsprechender Ausdehnung hat Krebs mehrfach mittels der Luftdruckbeobachtungen nachgewiesen, z. B. am 15. Januar 1890 über Vorderindien eine solche von 500 Kilometern, am 3. August 1903 über Mitteleuropa eine von 450 bis 550 Kilometern Länge.

Je nachdem der Beobachter oberhalb oder unterhalb der spiegelnden Schicht steht, bietet auch die Sonne beim Übergange von der einen zur anderen Seite der Sprungfläche ein verschiedenes Aussehen. Dem Beobachter vom Brocken aus erschien bei diesem Übergange das Sonnenbild birnförmig mit dem Stielende nach oben, zwei österreichischen Beobachtern, die am 21. Mai 1890 bei Brno in Böhmen in 715 Metern Seehöhe den Sonnenaufgang verfolgten, ebenfalls birnförmig, aber mit dem Stielende nach unten; denn sie befanden sich unterhalb der damaligen Sprungfläche. Die wellenförmige Gestalt der Birnenseiten, welche die verzerrte Sonnenscheibe bei solchen Beobachtungen bisweilen zeigt, erklärt sich durch einen regelmäßigen, leichten Wellenschlag auf der einen Sprungfläche.

Einer der beiden letzten Beobachter, der Oberleutnant Krifka, hat die Erfahrung gemacht, daß, je ausgeprägter die Verzerrungen der aufgehenden Sonnenscheibe und je tiefer jene wellenförmigen Einschnürungen sind, desto sicherer auf schönes Wetter zu rechnen sei. Für die Brockenbeobachtung vom 1. September traf das zu, indem danach fast in ganz Deutschland, abgesehen vom äußersten Nordosten, drei bis neun Tage lang schönes Wetter herrschte, in Berlin z. B. vom 1. bis 9. September. Das ist auch physikalisch begründet. Denn das Gleichgewicht der klaren Atmosphäre ist ausgeprägt standfest (stabil), wenn die untere Luftschicht überlagert wird von einer nicht allein mechanisch, sondern auch thermisch (der Temperatur nach) weniger dichten und außerdem in ausgesprochener Weise strömenden Luftschicht.

Aus der Lebensgeschichte der Erdrinde.

(Geologie und Mineralogie.)

Der Rückzug des Eises. • Eiszeiten und Polwanderungen. • Zur Geologie der Alpen. • In den Tiefen des Meeres. • Minerale und Fundstätten.

Der Rückzug des Eises.

Vom Eise befreit! Dieses alljährliche Aufjauchzen der Natur und Menschenwelt, das im Hymnus des Faust seinen höchsten, lebendigsten Ausdruck gefunden, es ist doch nur ein schwacher Nachhall des jubelnden Sichentfaltens aller Kräfte, das dem Aufhören des jahrtausendelangen Eisdruckes der Diluvialzeit folgte. Eingeengt, zusammengepfercht in dem schmalen Revier zwischen den Gletschern der Karpaten, Alpen und Pyrenäen einerseits, den Gletschermassen des Inlandeises anderseits, saß alles, was zur sonnigen Tertiärzeit an Pflanzen, Getier und werdender Menschheit in Mittel-, West- und Nordeuropa zu reichem Leben und Gedeihen bestimmt erschien, saß und schmachtete, daß der übermächtige Feind die Belagerung freiwillig aufgäbe. Nun, endlich, zog er die Vorposten ein, schien zum Abrücken bereit, zog weiter und weiter nordwärts und jubelnd hinter ihm drein die Schar der Befreiten, vom riesigen Mammut bis zur Springmaus der Steppe, von der Urwaldfichte bis zum Zwerg- und Polarbirklein, denen es am Rande der Gletscher gerade am wohlsten war. Und so eilfertig und unbesonnen drängten sie hinterdrein, daß der grollende Feind sich zu neuem Vorstoß aufraffte und das kaum verlassene Gebiet mit neuen Massen von Gletschern und Gletscherschutt überzog. Aber dies waren doch auch nur noch „ohnmächtige Schauer körnigen Eises", wenn auch den Verhältnissen entsprechend gigantischer Art. Nach ein- oder zweimaligen Versuchen überzeugte sich das Inlandeis, daß die Position nicht mehr zu halten sei, und entschloß sich zu weiterem Rückzug, über die Ostsee und Nordsee hinüber zu den Stätten seiner Geburt, den Fjelden und Gipfeln Finnlands, Skandias, Grönlands. Wie aber dieses endgültige Verschwinden des Polareises und Polarklimas die mitteleuropäische Menschheit entlastete, bezeugt uns der Umstand, daß nun die ersten zarten Blüten der Kunst zu keimen und sich zu entfalten vermochten, jener wunderbaren Kunst der älteren Steinzeit, deren Entwicklung uns in einem anderen Kapitel noch beschäftigen wird.

Hier wollen wir an der Hand neuerer Arbeiten zunächst einen Blick auf die Postglazialzeit tun, die der Forschung fortgesetzt eine Fülle wissenswerter Fragen und Probleme zu beackern gibt.

Wenn wir von einem Rückzuge des Inlandeises über die Nord- und Ostsee sprechen, so ist das vom heutigen Standpunkte aus nicht unrichtig; daß es jedoch damals noch keine Ostsee gab, sondern höchstens eine nach dem Abschmelzen des Eises wasserfreie Ostseeniederung, ist längst bekannt, und hinsichtlich der Nordsee sucht W. Wolff durch eine Untersuchung der Umgebung Helgolands das Gleiche zu erweisen. Dort nagt, wie sich aus genauen Beobachtungen der Verkleinerung des Felsensockels unter Berücksichtigung der großen Sturmfluten berechnen läßt, das Meer etwa 10.000 Jahre an der Insel. Weshalb begann es seine Arbeit nicht früher? Gestattete das Inlandeis der Nordsee erst damals den Zutritt? Das wäre an und für sich schon möglich; doch sprechen geologische und paläontologische Befunde gegen die sofortige Ablösung des Eises durch das Meer. Es sind nicht nur auf der Doggerbank daselbst Mammut- und Renntierreste gefunden worden, sondern es ist auch 5 Meter unter dem Meeresspiegel am Grunde des Nordhafens und an einigen anderen Stellen eine Süßwasserablagerung festgestellt, die, da sie von anderen Schichten nicht mehr überdeckt worden ist, der Quartärzeit angehören und nacheiszeitlich sein muß. Da die Einsenkungen, in denen diese Süßwasserschicht liegt, gegen die offene See keinerlei abschließenden Wall oder Riegel zeigt, hinter dem sie sich auf Land in so tiefer Lage hätte bilden können, so hat man es hier mit einer verhältnismäßig jungen Landsenkung zu tun, und es ist wahrscheinlich, daß zwischen der Enteisung des Nordseebodens und seiner Einnahme durch das Meer eine kurze Festlandsperiode lag, während deren die dem Eisrande folgenden Glazialtiere, Mammut und Renn, bis in die Gegend von Helgoland, vielleicht noch weiter nordwärts, gelangten. Was den Ozeanfluten den Weg in das Nordseebecken öffnete, ob das Zurückweichen des Gletschers ihnen den Weg um die englischen Inseln frei machte oder ob schon vorher die Gewalt der Springfluten den Riegel zwischen Calais und Dover sprengte, bleibt dabei noch unentschieden.*)

Bald nach dem Eintreten der See in die beiden großen nördlichen Becken begann auch, unterstützt durch anscheinend bis heute fortdauernde Landsenkungen, das erfolgreiche Benagen und Abbrechen der Nord- und Ostseeküsten, ein sozusagen „zielbewußtes" Arbeiten der Wogen, das nur von Zeit zu Zeit durch katastrophenartige Einbrüche an längst gefährdeten Stellen unterbrochen wurde. Eine solche Katastrophe, die bei griechischen Schriftstellern verzeichnete sagenhafte „kimbrische Flut", bestimmt auf Grund geologischer wie historischer Daten Prof. Dr. Geinitz als einen etwa 500 bis 700 Jahre vor Christo geschehenen Einbruch der Ostsee in das Gebiet zwischen Alsen und Rügen, die heutige Kieler Bucht, den Fehmarn Belt, die Mecklenburger Bucht und die dahinter liegenden Meeresteile. Leider kann hier aus Raummangel auf seine interessante Arbeit (Das Land Mecklenburg vor 3000 Jahren. Rostock, 1903) nur verwiesen werden.

*) Globus, Bd. 85 (1904). Nr. 12.



Eine ausführliche Arbeit von P. Range über „Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine Dryastone" versetzt uns in die Zeit nach dem Rückzuge der großen Inlandgletscher. Das Eis ließ die weiteste Umgegend der Lübecker Bucht unter einer mächtigen Schicht diluvialer Ablagerungen zurück, an keinem Punkte blieb das Tertiär oder eine noch ältere Formation zu Tage. Auch von den Grundmoränen des nordeuropäischen Inlandeises tritt die ältere, der untere Geschiebemergel mit seinem Reichtum an nordischen Geschieben, gewöhnlich nicht an die Oberfläche und ist in der Umgebung Lübecks nur an zwei Stellen der Beobachtung zugänglich. Besonders schön aufgeschlossen ist er an der Ostseeküste bei Travemünde, wo die See alljährlich einen Streifen des Brodtener Ufers unterwühlt und durch dessen Nachsturz fortwährend neue Profile schafft. Seit dem Jahre 1810 ist hier der mittlere Teil des Steilufers um 120 Meter zurückgewichen, so daß das Land alljährlich einen Uferstreifen von 1·2 Meter einbüßt. Die Mächtigkeit (Dicke) des Geschiebemergels beträgt durchschnittlich 14·5 Meter.

Der obere Geschiebemergel, der als wenigstens oberflächlich verwitterter und umgearbeiteter Lehm die Grundmoränengebiete auf weite Strecken bedeckt, ist bis zu 4 Meter mächtig und an zahlreichen Stellen in seiner ganzen Dicke aufgeschlossen. Reste einer etwaigen Eiszeitflora sind erklärlicherweise in diesen Grundmoränen nicht enthalten, ebensowenig in den beiden Endmoränen, deren Reste sich in Gestalt einer südlich von Lübeck gelegenen älteren und einer nördlich von der Stadt liegenden jüngeren erhalten haben. Dagegen geben uns die Umlagerungsprodukte des Geschiebemergels, die durch das fließende Wasser ausgeschlemmten und transportierten Kiese, Sande und Tone, Aufschluß über die pflanzliche Besiedlung des Gebietes nach der Eiszeit. Besonders wichtig sind in dieser Hinsicht die spätglazialen Süßwasserablagerungen, deren Bildung Range des näheren erörtert.

Zur Zeit oder wenig nach dem endgültigen Abschmelzen des Inlandeises bot die Oberflächengestaltung an vielen Orten Gelegenheit zur Bildung kleiner Seen und Tümpel, auf deren Grunde sich Ton- und Sandschichten zugleich mit organischen Resten ablagerten. Als wichtigste fossile Reste finden sich in diesen Sedimenten Pflanzen arktischen Klimas, von denen die häufigsten und charakteristischen die achtblättrige Dryade (Dryas octopetala), die Polarweide und die Zwergbirke sind. Die Dryade kommt in Deutschland nur noch an den Alpenabhängen und in der bayrischen Hochebene, die Zwergbirke in nichtpolaren Gebieten nur auf Torfmooren (s. Jahrb. I, S. 172), die Polarweide bei uns gar nicht mehr vor. Entsprechend den Etappen des allmählichen Eisrückganges sind in verschiedenen Gegenden diese pflanzenführenden Schichten zu verschiedenen Zeiten abgelagert, häufig zusammen mit Resten von niederen Tieren, nur vereinzelt mit solchen von Wirbeltieren. In den untersten Schichten wurde jedesmal eine rein arktische Flora eingebettet, während sich nach oben zu immer mehr Anklänge an die Verhältnisse der Gegenwart finden.

In der südlichen Grundmoränenlandschaft des lübischen Gebietes, dicht hinter dem sie durchziehenden Endmoränenwall, beim Dorfe Nüsse, bot sich Gelegenheit, eines der nach ihrer wichtigsten Charakterpflanze benannten Lager von Dryaston zu untersuchen. Es enthält außer den genannten drei Polarpflanzen in deutlichen Überresten folgende, z. T. als Rest- oder Reliktpflanzen aus der Eiszeit geltende Gewächse: das Heidekraut (Calluna vulgaris), eine Tausendblattart (Myriophyllum sp.), den Moor-Steinbrech, der noch vor 50 Jahren in Lübecks näherer Umgebung auf Torfmooren wuchs (Saxifraga Hirculus), eins der zu den Hahnenfußgewächsen gehörenden Haarkräuter (Batrachium), den Herbst-Wasserstern (Callitriche auctumnalis), Seggenfrüchte, Samen von Laichkrautarten (Potamogeton), zwei weitere Weidenarten (Salix phylicifolia und reticulata), das gemeine Rohr (Phragmites) und eine Anzahl Moosarten, von denen manche jetzt nur noch im hohen Norden oder in den Alpen vorkommen, andere zur Reliktenflora der norddeutschen Ebene gehören.

Diese in den Nüssener Tonen aufbewahrte Flora entspricht der „Dryaszeit" in dem Schema, welches Steenstrup zunächst für die Entwicklung der dänischen Flora nach dem Schwinden des Inlandeises aufgestellt hat. Die dann folgende „Zitterpappelperiode" scheint hier nicht vertreten zu sein. Die „Kiefernperiode" ist in einem Lager von Lebertorf mit Kiefern und Birken deutlich ausgeprägt. Oberhalb eines zweiten, oberen Tonlagers zeigt sich die „Eichenperiode" in dem unteren Abschnitt, dem Waldhorizont des Torflagers, in welchem auch ein Beil und eine Pfeilspitze aus der Steinzeit gefunden sind. Endlich tritt als jüngster Abschnitt die „Buchenperiode" ein, vertreten durch den oberen Horizont des Torflagers, in welchem eine bronzene Fibula (Gewandhalter) gefunden ist.

Wir haben uns also die Besiedlung der vom Inlandeise verlassenen Gebiete Norddeutschlands folgendermaßen zu denken: Nach dem Abschmelzen der Eisdecke wanderte zunächst eine rein arktische Vegetation ohne jeden Baumwuchs ein, und zwar eine Flora, wie sie sich jetzt in den Tundren des nördlichsten Europa und Nordasiens findet. Diese nordische Pflanzengesellschaft hat lange Zeiten hindurch ausgedauert und sich in Gemeinschaft mit den inzwischen einwandernden Zitterpappeln, Birken und Kiefern erhalten, ehe sie bis auf vereinzelte Relikte zum Erlöschen kam. Keineswegs aber ist der Wald, wenngleich er mit der arktischen Zwergstrauchflora zusammen vorkommt, dem Abschmelzen des Inlandeises auf dem Fuße gefolgt.*)

Das zähe Ringen zwischen Land und See tritt vor allem in den Marschgebieten hervor. In einem „Beitrag zur Geologie der Wesermarschen" schildert der Geologe Dr. F. Schucht die Schicksale des Wesermündungsgebietes während der Alluvialzeit. Er unterscheidet für die postglaziale Zeit drei Bildungsperioden. Die erste ist diejenige der alluvialen Schlickböden und ihrer Moore, eine Zeit, in der bereits Anzeichen einer säkularen Senkung vorhanden sind. Die Bildung

*) Zeitschrift für Naturwissenschaften. Organ des naturwiss. Vereines für Sachsen und Thüringen. Bd. 76, Heft 3 bis 5 (1904).



dieser Grundlage der fruchtbaren Marschländereien vollzieht sich in folgender Weise:

Tritt bei Hochwasser ein Fluß oder eine See, z. B. die Weser oder die Nordsee, aus den Ufern — was im Mündungsgebiet der nordwestdeutschen Ströme vor ihrer Bedeichung zweimal täglich geschehen konnte —, so findet eine Aufschlickung des Ufergebiets in der Weise statt, daß die dem Ufer zunächst gelegenen Teile höher aufgebaut werden als die landeinwärts liegenden. Das rührt daher, daß das Überflutungswasser beim Überschreiten der Ufer zunächst die größte Menge der in ihm schwebenden Teilchen niederschlägt, in erster Linie die spezifisch schwersten Stoffe, den Feinsand, der neben tonhaltigen Teilen und Kalk den Hauptbestandteil des Schlicks bildet. Erst zur Stauzeit der Flut schlagen sich dann auch die tonigen Teile nieder. Da ferner der Uferrand immer am längsten unter Wasser steht und manche Fluten das vom Ufer entfernter liegende Land gar nicht erreichen, so bildet sich im Laufe der Zeit ein Uferwall, der das niedrige Hinterland vor dem Zutritt der gewöhnlichen Fluten schützt. Der Höhenunterschied zwischen diesem Uferrand, dem „Hochland", wie der Marschenbewohner es nennt, und dem niedrig gebliebenen „Sietland" ist gering, von wenigen Dezimetern bis zu $1^1/_2$ Metern schwankend.

War nun das in der Regel aus den Schlicktonen bestehende Sietland an der dem Hochlande gegenüberliegenden Seite durch den Rand der Geest, der diluvialen Sandhöhen Norddeutschlands, begrenzt, so bildete es eine Mulde, die gewöhnlich mit stehendem Gewässer angefüllt war. Dieses konnte sowohl von dem Überflutungswasser als auch von den Abflußwässern der Geest herrühren. In dieser Mulde bildeten sich nun in Anlehnung an die Geest die sogenannten Randmoore, deren Wachstum durch neue Überschlickungen vom Uferwall her zeitweilig unterbrochen werden konnte; denn hohe Fluten vermochten den Rand, das „Hochland", immer noch zu übersteigen, zumal wenn auch das Flußbett durch Aufschlickung erhöht war, oder nach erfolgter säkularer Senkung des ganzen Gebietes.

Diesem Vorgange, der verschieden hohen Aufschlickung als Hochland und Sietland, verdanken die ausgedehnten und mächtigen Randmoore und Marschmoore im Mündungsgebiet der nordwestdeutschen Flüsse ihre Entstehung, und zwar fällt der Beginn dieser Moorbildungen in altalluviale Zeit. In jüngerer, historischer Zeit ist es in dem Sietlande der Marschen nur noch selten zur Moorbildung gekommen, und zwar deshalb nicht, weil in den meisten Fällen der Mensch den Abfluß des stagnierenden Wassers bewirkte.

Die Periode der Moorbildung muß eine verhältnismäßig lange gewesen sein, denn die Mächtigkeit des Bruchwaldtorfs beträgt stellenweise bis zu 6 Metern. Das Moor trug vielfach Bruchwald, namentlich Erlen, stellenweise reichlich Birken und Eichen, Föhren und Fichten dagegen nur spärlich und vereinzelt. Von größtem Interesse ist die Tatsache, daß in der Periode der Moorbildungen der Mensch hier bereits seßhaft gewesen ist. Bei Bant sind in einer unter Schlick ruhenden Schicht bei $2^1/_2$ Meter Tiefe Urnenscherben und Feuersteingerät mit Behausteinen, alles in roher Bearbeitung, also Kulturreste der (jüngeren) Steinzeit, gefunden worden.

In der zweiten Epoche kam es unter weiterer beträchtlicher säkularer Senkung des Küstengebietes zu einer erneuten Aufschlickung des Mündungsgebietes der Weser bis weit in ihren Mündungstrichter hinauf, eine Periode, die unserem Gebiete ein vollständig neues Gepräge verlieh. In diese Zeit fällt die Bildung der etwa 6 bis 9 Meter mächtigen Schlickablagerungen bis zu ihrer jetzigen Höhe, einschließlich der großen Gebiete, die seewärts von der jetzigen Küste existierten und später untergegangen sind. Die Marschen dieser neuen Periode, die etwa zu Beginn der christlichen Zeitrechnung bewohnbar wurden, erstreckten sich weit nordwärts und waren durch einen starken Wall von Stranddünen geschützt, deren letzte Reste sich in den friesischen Inseln erhalten haben. Der Betrag der Senkung des Gebietes während dieser Epoche reicht nach Schucht bis zu 20 Metern.

Die dritte Periode wird dadurch herbeigeführt, daß die Dünenketten von Holland bis Holstein, unter deren Schutz sich die Marschen gebildet hatten, in immer steigendem Maße starken Abbruch erlitten, bis sie größtenteils ganz hinweggeschwemmt sind. So konnten die Flutwellen im Laufe der Zeit mit immer größerer Gewalt die Marschen selbst angreifen. Der Flutstrom drang immer heftiger in die Flußläufe, hauptsächlich in die Jade und Weser, und zwang die Bevölkerung, welche früher von künstlich erhöhten Wohnstätten aus, den bis zu 6 Meter hoch aufgeworfenen Warfenhügeln, die Marschen bewirtschaftet hatte, zur Eindeichung des Marschlandes. Die Zeit der ersten Deichbauten ist geschichtlich nicht nachweisbar; die ersten Anzeichen dafür finden sich im 9. Jahrhundert, starke Winterdeiche baute man jedoch erst im 10. bis 12. Jahrhundert. Die Fluten, auf welche die Geschichte die Umwälzung im Jadebusengebiet zurückführt, die Marzellusflut vom 16. Januar 1219 und die Antoniflut vom 16. Januar 1511, sind in Wirklichkeit nur Glieder, wenn auch die hervorragendsten, in einer Kette von Sturmfluten, welche seit einem Jahrtausend an den Ufern der Marschen ihr zerstörendes Werk trieben. Beweise für eine Fortdauer der Landsenkung lassen sich für diese dritte Periode im Marschengebiet nicht erbringen.*)

Der Versuch, die klimatischen und geologischen Verhältnisse nach der Eiszeit südlich und nördlich von der Ostsee in Einklang zu bringen, stößt gegenwärtig noch auf große Schwierigkeiten. Offenbar ist hinsichtlich verschiedener Punkte hier von der Forschung noch lange nicht das letzte Wort gesprochen. Große Teile des nordbaltischen Landgebietes sollen nach den Untersuchungen schwedischer, finnischer und dänischer Geologen nach der Eiszeit einer Senkung unterworfen gewesen sein, welche die Hebung des Landes unterbrach, so daß Land, das bereits einmal über den Meeresspiegel emporgestiegen war, von neuem untertauchte, um sich später wieder auf seine gegenwärtige Höhe zu er-

*) Zeitschrift für Naturwissenschaften. Organ des naturwiss. Vereines für Sachsen und Thüringen. Bd. 76, Heft 1 und 2 (1903).



heben. Diese **Senkungsperiode**, die sogen. **Litorinazeit**, glaubt Jens **Holmboe** jetzt auch für die Südwestküste Norwegens nachgewiesen zu haben, und zwar mit einer Senkung im Betrage von 8 bis 9, vielleicht sogar noch mehr Metern. Zur Zeit des Maximums dieser Senkung und kurz vor ihr war das Klima in diesem Teile Norwegens wärmer als gegenwärtig.

Auf ein wärmeres Klima der skandinavischen Halbinsel in der Vergangenheit läßt auch ein Vergleich der gegenwärtigen und der durch fossile Funde von Nüssen beglaubigten ehemaligen **Standorte des Haselstrauchs** schließen. Gunnar **Andersson** meint auf Grund seiner Untersuchungen hierüber, daß die klimatische Nordgrenze der Hasel einst fast drei Breitengrade, etwa 300 Kilometer, nördlicher gelegen habe als heute. Käme jene günstige Zeit auch für Deutschland einmal zurück, so könnten



Der Hüfigletscher 1869.

unsere Reben aus dem Rhein- und Moselgau aufs herrlichste zwischen Hamburg und Lübeck gedeihen. Zur Zeit, als die Hasel in Schweden am weitesten verbreitet war, lag die obere Grenze des Kiefernwaldes an den dortigen Bergen 150 bis 200 Meter höher als jetzt. Die Abnahme der Wärme begünstigte dann das Eindringen zweier Baumarten, die in dieser Hinsicht geringere Ansprüche machten, der Fichte vom Nordosten und der Buche von Südwesten her.

Ein wärmeres Klima muß natürlich auch die Schneelinie verschoben haben. J. **Rekstad**, der gefunden hat, daß die Kiefer in jener warmen Periode in Norwegen sogar 350 bis 400 Meter höher stieg, weist nach, daß das Eis in den drei größeren Gletschergebieten Südnorwegens, Jostedalsbrä, Folgefonden und Hardangerjökel, ganz verschwunden war. Nur ein paar Gipfel überragten damals noch die Schneegrenze, wahrscheinlich nur als vereinzelte Schneehaufen, nicht als Gletscher. Worin die Ursache dieser Klimaschwankung zu suchen ist, ob in höherer Wärmezufuhr durch den Golfstrom oder in einer Landsenkung, entzieht sich völlig unserer Kenntnis.*)

Von den ehemaligen Gletscherbewegungen Skandinaviens wollen wir mit einem Riesenschritt durch Zeit und Raum zu denen der Alpen in der

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 8, 24 und 3.

Gegenwart übergehen. Die Höhe der Schneegrenzen in den Gletschergebieten der Schweiz ist sehr verschieden, der größte Unterschied beträgt etwa 800 Meter. Je größer die Massenerhebung des betreffenden Gebietes ist, desto höher liegt die Schneegrenze. Die hohen Walliser Berge und das Engadin haben die höchste Schneegrenze, das niedrigere Gebiet um den Gotthardstock eine erheblich niedrigere. Temperatur und Niederschlag sind die Ursachen, welche die Höhe der Schneegrenze bestimmen. Während man den Einfluß der ersteren häufig überschätzt, wird letzterer oft übersehen. Wenn z. B. in den Julischen Alpen trotz ihrer Lage an der Südseite und der hohen Sommerwärme der Lombardei die Schneegrenze bei 2600 Metern, in dem sommerkühlen Gebiete der Hohen Tauern aber bei 2800 Metern zu finden ist, so müssen wir das den reichlichen Niederschlägen auf der Südseite der Alpen zuschreiben.



Der Hüfigletscher 1903.

Die Schneegrenze würde auf der Südseite der Alpen noch tiefer hinabreichen, trotz der Sommerwärme, wenn nicht die Sommerregen dem Winterschnee großen Abbruch täten.*)

Welcher dieser Faktoren, ob zunehmende Sommerwärme oder abnehmende Niederschläge, die **gegenwärtige Abnahme der Gletscher** bewirkt, werden wahrscheinlich erst spätere Generationen bestimmen können. Die planmäßigen Untersuchungen dieses Vorganges zeigen einen solchen Rückzug sowohl in den französischen Westalpen wie in der Schweiz. Dort, wo das **Massiv des Pelvoux** (4100 Meter) die südlichsten Gletscher trägt, die sich in den Alpen befinden, ist die Abnahme der Eismassen schon im Vergleich zu den auf der französischen Generalstabskarte verzeichneten Verhältnissen beträchtlich. Auf der Südostseite hat der Rückgang sogar bis zu völligem Verschwinden des Eises geführt, so daß die Gletscher von Porteras und der Grande Roche überhaupt aufgehört haben zu existieren, während die des Nordabhanges wenigstens eine beträchtliche Verkleinerung erlitten haben. Wo die größten Firnfelder, die weiter oberhalb des Gletschers gelegenen Sammelmulden des Schnees, vorhanden sind, haben die Gletscher am wenigsten gelitten.

*) J. Jagerlehner, Die Schneegrenzen in den Gletschergebieten der Schweiz. Beiträge zur Geophysik, Bd. V. Naturw. Rundschau 1904, S. 111.

Untersuchungen und Vermessungen am Hüfigletscher, dem größten der Tödi-Windgällegruppe, haben ergeben, daß das Zurückweichen durch Vorstöße unterbrochen war. Seit 1760 erfolgte ein zweimaliger Vorstoß, dessen Maximum zum erstenmal 1824, zum zweitenmal 1850 erreicht war. Seit 1850 wich das Ende des Hüfigletschers langsam, aber unablässig zurück, durchschnittlich 26·75 Meter jährlich oder, bis Ende 1903, um fast 1·5 Kilometer. Das ist trotz der nördlicheren Lage dieses allerdings mit weit kleinerem Firnfelde ausgestatteten Gletschers beträchtlich mehr als der Rückgang in der Pelvourgruppe, wo die Zunge des Glacier de la Pilatte seit zwei Jahren um 14 Meter, die des Glacier des Quierlies in einem Jahre um 3 bis 4 Meter zurückging.*)

Eiszeiten und Polwanderungen.

Ehe wir darangehen, eine Erklärung für diesen Rückzug des Eises im großen, zur Diluvialzeit, wie im kleinen, bei unseren Gletschern, zu suchen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit noch einen Moment den Ergebnissen zuwenden, welche die jüngsten Nord- und Südpolarfahrten errungen haben — errungen, denn Mühen und Heldenmut genug sprechen aus den schlichten Berichten der Teilnehmer dieser Expeditionen.

Die zweite norwegische Polarfahrt der „Fram" hat, wie P. Schei berichtet, auch in geologischer Hinsicht sehr interessante Resultate geliefert. In den Gebieten nordwestlich von Grönland, in denen sie sich bewegte, in Nord-Linkoln, Ellesmere- und König Oskar-Land, lagern über archäischen Schichten, die von Graniten besonderer Art durchsetzt sind, gewaltige, stellenweise bis zu mehreren hundert Metern mächtige Schichten aus verschiedenen sekundären Zeitabschnitten. Das Land war also während dieser Zeit untergetaucht. Nach der Triaszeit erschütterten gewaltige vulkanische Ausbrüche den Boden und durchsetzten diesen Teil der Erdrinde mit großen tektonischen Störungen.

Während der Tertiärzeit muß das Klima zeitweise ein gemäßigtes, vielleicht sogar subtropisches gewesen sein; denn in den durch Erosion (Zernagung des Gesteins durch vom Wasser transportierten Sand) gebildeten Tälern und Senken der hochgelegenen Tafellandschaften von Ellesmere- und König Oskar-Land finden sich jüngere (miozäne) Ablagerungen mit Pflanzenresten, die den noch lebenden Mammutbäumen Kaliforniens (Sequoia) und der Sumpfzypresse Floridas (Taxodium) verwandt sind. Bekanntlich sind auch in arktischen Gegenden Europas, besonders auf Spitzbergen, Funde gemacht worden, die auf ein wärmeres Klima hindeuten. Sie gehören freilich einer weit früheren Epoche, der Steinkohlenformation, an; es handelt sich um farnartige und Lepidodendronartige sowie um Moose und andere niedere Gewächse, die man mit voller Sicherheit der sogenannten Culmflora in den Steinkohlenlagern bei Hainichen-Ebersdorf in Sachsen u. a. gleichstellen zu können glaubt.

*) G. A. Voskule in der Vierteljahrsschrift der Naturforsch.-Gesellsch. in Zürich, 49. Jahrg. (1904), Heft 1 u. 2.

Sehr bezeichnend ist die Art der Vereisung der Gegend. Nord-Lincoln ist noch völlig vergletschert; eine mehr oder weniger zusammenhängende Eisdecke, von der zahlreiche Gletscher bis zur Küste und ins Meer hinabreichen, bedeckt sein Inneres. Ebenso ist es am südlich davon gelegenen Jones-Sund. Weiter nach Westen nimmt die Vereisung ab; zunächst treten die Gletscher von der Küste zurück und verschwinden allmählich ganz und gar. Auch die Eishülle vom König Oskar-Land ist nur noch sehr dünn und frei von Gletscherbildungen. Im gebräuchlichen Sinne des Wortes ist dieses Gebiet bereits nicht mehr vergletschert, ebensowenig wie Grinnell-Land und der größte Teil vom Heiberg-Land. Im Sommer jedenfalls sind große Teile des Landes frei von Schnee und Eis.

Auffallenderweise zeigen die eisfreien Teile des Gebietes nirgends eine Spur früherer Vereisung, wie roches moutonnées, Schrammung oder Glättung; auch fehlt jegliches glaziale Sediment. Dagegen sieht man vielerorten, bis zur Höhe der gegenwärtigen Gletscher, deutliche Strandterrassen, die kaum von einer so hoch stehenden See geschaffen sein können, wenn hier einst die Vereisung so stark wie heute oder noch stärker gewesen sein sollte. Wahrscheinlich aber war sie vor Zeiten geringer und wir haben in der gegenwärtigen Vergletscherung einen Höhepunkt, der nie zuvor erreicht ist, ein Umstand, der für die physikalische Geographie, die Lebewelt dieser Gebiete und auch für die Theorie der Eiszeiten von großer Bedeutung ist.*)

Wenden wir nun den Blick den Südpolargebieten zu, so trifft er hier gleichfalls auf bedeutungsvolle Tatsachen.

Die schwedische Polarexpedition unter Dr. Nordenskiöld erforschte den antarktischen Kontinent südlich vom Kap Hoorn. Die diesen Küsten der Antarktis vorgelagerten kleinen Inseln sind rein vulkanischer Natur, ähnlich wie die auf der indischen Seite des Südpolarlandes, wo die deutsche Expedition tätig war. Von besonderer Wichtigkeit ist die Auffindung von Fossilien seitens der Schweden. Die von ihnen entdeckten Knochenlager von Wirbeltieren, vornehmlich Vögeln, geben ebenso wie die Pflanzenreste Kunde, daß in längst verflossenen Jahrtausenden auch das unwirtliche Südpolland eine wärmere Witterung mit reicher Lebensentfaltung geschaut hat.

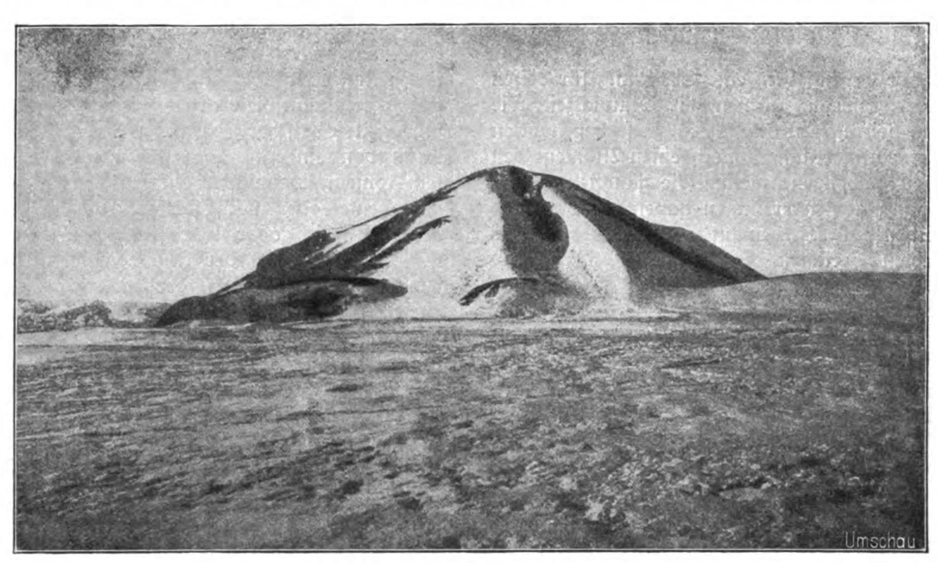
Eins der interessantesten Ergebnisse der schwedischen Expedition ist die Auffindung von Jura- und Tertiärpflanzen. In der Hoffnungsbucht auf Louis-Philippe-Land wurden unter 63° 15′ südl. Br. und 57° westl. L. jurassische Pflanzen in einem leicht zusammengepreßten, etwa 600 Meter mächtigen schwarzen Schiefer entdeckt. Diese artenreiche Juraflora weist Schachtelhalme, Wasserfarne, echte Farne in zahlreichen Gattungen, Zykadeenähnliche (Zykadophyte) und Nadelhölzer (Araukarien u. a.) auf und schließt sich in ihrer Gesamtheit einerseits an die europäische Juraflora, anderseits an die obere Gondwanaflora Indiens an. Das Klima muß ein dementsprechendes gewesen sein, nach ihm könnte

*) The Geographical Journal, Bd. 22 (1903), S. 56. Naturwiss. Rundschau 1904, Nr. 3.



diese Flora ebensogut an der Küste von Yorkshire gefunden sein. An Artenreichtum übertrifft sie alle bisher bekannten Jurafloren Südamerikas. Etwas südlicher, auf der Seymourinsel, fand man tertiäre Pflanzen, darunter Farne, Nadelhölzer und Blütenpflanzen (vielleicht eine Buchenart). Doch lassen sich aus diesen Resten, die nach ihrer Lagerung auch das Meer dorthin geführt haben könnte, sichere Schlüsse auf das Klima nicht ziehen.*)

Pflanzen tertiären Alters entdeckte auch die englische Expedition in einem Gletschertal vom Südviktorialand, wo ein natürliches geologisches Querprofil dem Geologen Ferrar Gelegenheit zu Untersuchungen bot. Die den höheren Pflanzen (Dikotyledonen) angehörigen Reste miozänen Alters deuten auf den ehemaligen Zusammenhang mit Australien.



Gaußberg vom Inlandeis aus gesehen.

Solche Entdeckungen zu machen, ist der deutschen Expedition unter Prof. von Drygalski nicht vergönnt gewesen (s. Jahrb. der Weltreisen, Bd. III, Seite 47). Dagegen gelang es ihr, ein neues Randgebiet dieses sechsten Erdteils, das Kaiser Wilhelm II.-Land mit dem Gaußberg, zu entdecken und damit eine alte Streitfrage über Charakter und Ausdehnung des antarktischen Kontinents für mehr als zehn Längengrade zu entscheiden. Wichtig ist der steile Abfall des Landes von 200 bis 300 Meter Tiefe am Ankerplatze der „Gauß", des Expeditionsschiffes, zu einer Tiefsee von 3000 Metern und darüber; wichtig der Bau desselben, der aus altkristallinischen Gesteinen besteht; wichtig endlich, daß auch dieser Kontinentalrand ein vulkanisches Gebilde trägt, dessen Laven geschmolzene Gneise enthalten, die aus der Unterlage mit emporgebracht sind, eben den Gaußberg.

Das Inlandeis, welches den antarktischen Kontinent bedeckt, ist ein Bild unserer früheren Eiszeit und heute sicher die gewaltigste Vereisung, welche existiert; sie ist jedoch, wie die Spuren am Gaußberg lehren, in der Vorzeit noch bedeutender gewesen.

Charakteristisch für das Klima dieses antarktischen Eismassivs sind die Winde, welche von Süden her auf den weithin gleichen, wenig geneigten Flächen des Inlandeises herabgleiten und an der Küste als östliche föhnartige Stürme von unglaublicher Heftigkeit erscheinen. Sie rasen fast den ganzen Mai und den ganzen August, beginnen schon im April und dauern bis in den September und wüten im Winter drei bis fünf Tage lang, bleiben auch im Hochsommer (Januar) nicht aus.

Mancherlei Gründe sprechen dafür, daß in vergangenen geologischen Epochen der Südpolkontinent nach einigen Richtungen hin eine beträchtlich größere Ausdehnung besaß. Die meisten Forscher, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, sind der Meinung, daß noch zu Beginn der Tertiärzeit die antarktische Landmasse einerseits mit Südamerika, andererseits mit Neuseeland und Australien verbunden war. Antarktika, wie Forbes diesen Erdteil bezeichnet hat, besaß ein warmes Klima und war von einer üppigen Vegetation bedeckt, so daß die sich hier entwickelnden tierischen Wesen die günstigsten Daseinsbedingungen fanden, bis die zunehmende Abkühlung des Poles sie nach Norden trieb. Über Umfang und Dauer dieses gewaltigen Kontinents gehen die Ansichten sehr auseinander, während andere Geologen und Zoologen die Verbindung der drei Südkontinente weiter nach Norden verlegen und damit eigentlich die Antarktika schon streichen. Daß die große Ähnlichkeit mancher Tierarten kein Grund ist, ihnen ein und dasselbe Entstehungsgebiet und Verbreitungszentrum zuzuschreiben, ist im I. Jahrgange (S. 158) an dem Beispiel der straußartigen Vögel dargelegt worden; und sie waren eine Zeitlang eine Hauptstütze der angenommenen Antarktika.

So ist schließlich die Verbindungsbrücke zwischen Südamerika und der australischen Region wohl der einzige Teil des Forbesschen antarktischen Kon-


*) Comptes rend., Bd. 138, S. 1447.

tinents, für dessen Existenz bereits heute eine Anzahl gewichtiger Gründe sprechen. Eine ganze Reihe von Tiergruppen, z. B. Kriechtiere, Lurche, Süßwasser-Knochenfische, Kreismundschnecken (Cyclostoma), Muscheln und Krebse des Süßwassers, Insekten, Spinnen und Regenwürmer, enthalten Formen, die Südamerika und der australischen Region gemeinsam sind und so auf eine feste Landverbindung hinweisen. Auch die heutige Verteilung von Land und Wasser, soweit sie bis jetzt bekannt ist, steht einer solchen Landbrücke über das heutige Polargebiet nicht im Wege.*)

Die geologische Durchforschung Südamerikas, des der heutigen Antarktis nächstgelegenen Festlandes, macht uns ferner mit der merkwürdigen Tatsache bekannt, daß die dem unteren Miozän angehörige Tierwelt des südlichsten Teiles dieses Erdteils, der sog. **patagonischen Formation**, sehr geringe Beziehungen zu der Fauna des nördlichen Südamerika, dagegen sehr nahe Verwandtschaft zu den gleichaltrigen Faunen chilenischer, neuseeländischer und australischer Ablagerungen zeigt. Es wird daher angenommen, daß Südamerika zur Miozänzeit aus zwei, durch einen Meeresarm von ziemlich beträchtlicher Breite getrennten Hälften bestanden hat, deren Küsten von sehr verschiedenen Tierformen bewohnt waren.

Über die **Bildung des unteren Amazonasgebietes**, eines Teiles der nördlichen Hälfte, äußert Dr. Friedrich **Katzer** sich in einem umfangreichen Werke,**) aus dessen reichem Inhalt wir nur den der Tertiärzeit gewidmeten Abschnitt kurz berühren wollen. Am Ende der Steinkohlenzeit verschwand das Meer aus dem unteren Amazonasgebiet, das von nun an nicht wieder vom Meere bedeckt wurde. In der älteren Sekundärzeit (frühes Mesozoikum) vereinigte sich das guayanisch-ostamazonische Festland mit dem mittleren Südamerika zu einem guayanisch-brasilianischen Kontinent, von dem einzelne Teile noch wieder von einem seichten Meere überschwemmt wurden, einem Vorläufer und Teilstück des heutigen Atlantik, das Sandsteine, Schiefer, Mergel zurückließ. Auch während der Tertiärzeit blieb das untere Amazonien Festland; alttertiäre Ablagerungen daselbst entstammen Süßwasserseen und Windtransport. Im jüngeren Tertiär gab es hier ein weites Tiefland mit großen Flüssen, die sich aber nicht wie heute nach Osten, sondern westwärts in der Richtung nach dem Napo, einem aus den Anden kommenden linken Nebenflusse des Amazonas, ergossen. Auf dem guayanisch-brasilischen Festland entspringend, trugen sie das alttertiäre Festland ab und ließen von dessen Schichten nur inselartige Reste übrig. Vielleicht mündete damals ein jungtertiärer Hauptstrom des Tieflandes sogar in den ostwärts verlängerten Golf von Guayaquil, was so viel besagt, daß der tertiäre Amazonas in den Pacific statt in den Atlantischen Ozean floß. Es war damals natürlich noch keine Kordillere vorhanden. Durch die Entstehung derselben wurde der Strom an seiner weiteren Entwicklung gehindert und vermochte zu Anfang des Miozän, des mittleren Tertiär, das Meer nicht mehr zu erreichen. Im mittleren Miozän erhob sich die Kordillere so weit, daß der Abfluß nach Westen ganz aufhörte. An dem Gebirge flossen nun die Gewässer ostwärts hinab, sammelten sich in Seen und schließlich in einem gewaltigen Binnenmeer, das in sich alle Gewässer Amazoniens aufnahm und von der Mündung des Madeira bis zu den Anden reichte. Allmählich überwogen die von den Gebirgsketten herabkommenden Wassermassen und zwangen den See, nach Osten hin überzufließen, ähnlich wie das einst ein Binnenmeer bildende Kongobecken. Den trockengelegten Boden des Sees, das riesige Urwaldgebiet der Selvas, durchfurchen die mächtigen Flußrinnen des Amazonas und seiner Nebenflüsse bis auf den heutigen Tag.

Auch die Anden haben, wie unsere Alpen, wie die Vulkanriesen Ostafrikas, Kenia und Kilima-Ndscharo, eine Epoche mit stärkerer Vereisung hinter sich, und Prof. Hans **Meyer**, der sich hievon in Ostafrika überzeugt hatte, hat die Anzeichen des **Eisrückganges auch in den Anden** von Ecuador festgestellt.*) Er fand nicht nur einen allgemeinen Rückgang der gegenwärtigen Gletscher, hervorgerufen durch starke Abschmelzung an den Zungen, zu deren Ersatz die Zufuhr aus dem Firngebiet nicht ausreicht, er stellte auch unterhalb der gegenwärtigen, oft kolossal mächtigen Endmoränen, die vor mehreren Gletschern über 300 Meter tiefer als die durchschnittlich bei 4500 Meter endenden Gletscherstirnen liegen, unverkennbare Reste und Spuren **älterer Gletscherwirkung** fest, querliegende Endmoränenwälle, Rundhöcker, geschliffene Felswände und ähnliche Gletscherwirkungen, und zwar bis 3900 Meter herab. Die Gipfel, an denen Prof. **Meyer** diese Beobachtungen machte, sind neben einigen weniger bekannten der Chimborasso, Altar, Cotopaxi, Quilindana und Antisana.

Eisige Gefilde, wo einst blühendes Leben und Gedeihen herrschte; üppig wuchernde Tropenpracht, wo vorzeiten „des Ferners krystallener Schwall um des Bergriesen Brust sich und Rücken" spreitete: das ist das Bild, das sich im Fortschritt der Erderforschung immer klarer uns zeichnet. Wie aber es deuten? Wie die Möglichkeit erfassen, daß der Nordpol einst vielleicht Tropenwälder ernährte und am Äquator die Tundra starrte und Gletscher flossen? Wenn der Klimawechsel sich auf allen Punkten der Erdoberfläche gleichzeitig vollzogen hätte, so könnten die Geologen, welche die Ursache dieses Wechsels in außerirdischen, kosmischen Geschehnissen suchen, schon recht haben. Eine Änderung der Sonnentemperatur z. B. könnte nicht nur die örtlich nachgewiesenen Eiszeiten, sondern müßte zugleich auch eine Abkühlung auf der ganzen Erde hervorgerufen haben. Das war aber in der diluvialen Eiszeit wahrscheinlich nicht und in der Eiszeit der Kohlenperiode fast sicher nicht der Fall.

*) J. **Meisenheimer**, Die bisherigen Forschungen über die Beziehungen der drei Südkontinente zu einem antarktischen Schöpfungszentrum. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1903), Nr. 2.

**) Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes. Leipzig 1903. Referat in Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 19.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 10. Zeitschrift der Berl. Gesellschaft für Erdkunde, 1904, Nr. 1 und 2.

Wie intensiv müßte die Kälte in den gemäßigten und polaren Zonen gewesen sein, wenn sie von Indien bis Südafrika, also in der heißesten Zone, eine Vereisung hervorrufen konnte. Gleichzeitig aber gediehen allem Anschein nach in Spitzbergen die Organismen, selbst immergrüne saftreiche Pflanzen, noch besser als heute in unseren Gegenden. Zu ähnlichen Widersprüchen führen die übrigen Erklärungsversuche der Klimawechsel aus kosmischen Ursachen. Auch hier heißt es: Warum denn in die Ferne schweifen? Sieh, das Gute liegt so nah! Die nächstliegende Erklärungsursache der Eiszeiten ist und bleibt aber die schon im I. und II. Jahrgange nach Reibisch dargelegte Theorie der Erdpendulation oder der Polwanderungen.

Ungefähr gleichzeitig mit dieser Theorie ist — wieder ein Beispiel für die merkwürdige Duplizität der Ereignisse — ein Buch erschienen, das den Gedanken des Leipziger Ingenieurs in erweiterter, tiefer begründeter und etwas modifizierter Form „noch einmal denkt", das Buch des Paters D. Kreichgauer: „Die Äquatorfrage in der Geologie."*) Die beiden Autoren haben voneinander offenbar nicht das Geringste gewußt, von ganz verschiedenen Ausgangspunkten schreiten sie auf dasselbe Ziel zu: eine Erklärung des Wechsels der geologischen Zeitalter an einem und demselben Punkte der Erdoberfläche durch die Annahme des Wanderns der Pole zu geben; denn Kreichgauers Äquatorfrage ist natürlich zugleich auch die Polfrage.

Sah sich Reibisch genötigt, für die Einleitung seiner Erdpendulation, des Hin- und Herschwankens der Erde um eine Äquatorachse (mit den Schwingpolen Sumatra-Ekuador), einen außerirdischen Anstoß anzunehmen, nämlich den Aufprall einer ungeheuren kosmischen Masse in der Gegend des heutigen zentralen Afrikas, so kommt Kreichgauer mit rein irdischen Faktoren aus, was seiner Theorie ein Übergewicht verleiht. Bekanntlich befinden sich die zahllosen Schollen der Erdrinde in unausgesetzter, wenn auch sehr langsamer Bewegung gegeneinander, jetzt wie in allen bekannten geologischen Epochen. Diese Bewegung ist eine Folge der Faltungen und Verwerfungen der zusammenschrumpfenden Erdrinde. Kreichgauer behauptet nun, daß die Erdrinde sich infolge dieser Schrumpfungen und Faltungen über der ruhig weiterrotierenden Masse des glühenden Erdinnern verschiebe; sehr langsam allerdings, denn in geschichtlicher Zeit deuten höchstens kleine, bisher anscheinend ohne Gesetzmäßigkeit verlaufende Polhöheschwankungen darauf hin. Aber in den langen geologischen Zeiträumen kann auch eine nur sehr langsame Bewegung durch stete Summation sehr beträchtlich werden. Kreichgauer glaubt nun das Vorhandensein eines Schubes der sich bewegenden Erdschollen nach dem Äquator zu nachgewiesen zu haben, und dieser Äquatorialschub wäre wohl im stande, die Erdrinde über dem unverändert weiterrotierenden Erdkern zu verschieben. Daß der Erdkern unveränderlich um dieselbe Achse weiter rotiert, ist aus Gründen der Himmelsmechanik zu erklären; die feste Erdrinde aber ist im Verhältnis zum Kern so dünn und in so zahlreiche Schollen zerbrochen, daß eine selbständige Bewegung dieser Rinde wohl angenommen werden kann.

*) Druck und Verlag der Missionsdruckerei in Steyl, 1902, 292 S.

Mittels dieser Bewegung sind nun im Laufe der geologischen Perioden immer andere Punkte der Erdoberfläche an die beiden Rotationspole gelangt. Zur Zeit der archaischen Periode lag ungefähr Neuseeland am Nordpol. Von hier ab verläuft die Bahn des Pols auf unserem heutigen Globus etwa südnördlich durch den Stillen Ozean bis Alaska. Zur Steinkohlenzeit lag der Nordpol etwa halbwegs zwischen der Südspitze der Halbinsel Kalifornien und den Sandwichinseln, womit Sachsen auf etwa 10° südlicher, Spitzbergen auf 10° nördl. Breite käme. Gegen Ende der Tertiärzeit war das Kap Barrow an der Nordküste Alaskas auf dem Nordpol angelangt, wodurch Spitzbergen und Mittelgrönland etwa die Breite von Kopenhagen erhielten, was mit den dort gefundenen Resten einer miozänen, der heutigen nordeuropäischen und nordamerikanischen Flora ähnlichen Pflanzenwelt gut übereinstimmt. Es soll z. B.:

Grinnelland,	jetzt	80°,	damals	70°,
Spitzbergen,	„	80°,	„	58°,
Südgrönland,	„	65°,	„	55°,
Japan,	„	51°,	„	56°,

nördl. Breite gehabt haben. Damals wuchsen in Grinnelland zwei Kieferarten, eine Ulme, eine Linde, Birken und Pappeln; in Spitzbergen Eiche, Platane, Walnuß, Magnolie und Ahorn; in Südgrönland Kastanien, eine immergrüne Magnolie, Weinreben, während in Japan das Klima etwas kälter als heute war.

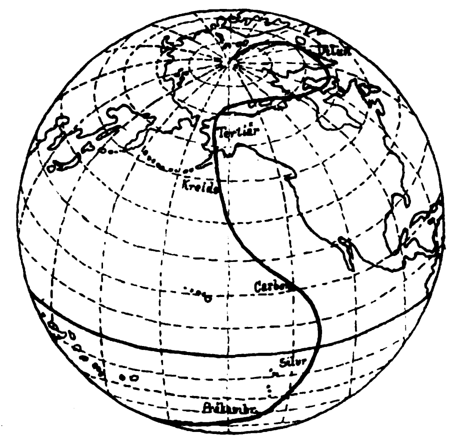
Mit dem Ausgange der Tertiärzeit soll die Polbahn ihre bisherige Richtung in eine westöstliche geändert und auf diesem Wege die Südspitze Grönland auf den nördlichen Rotationspol befördert haben. Das brachte uns die letzte, diluviale Eiszeit, die allmählich nach Norden sich zurückzog, indem der Nordpol ungefähr am Ostrande Grönlands entlang seiner heutigen Stellung zuwanderte. Setzt er seinen Weg in der eingeschlagenen Richtung fort, so schreitet der weitere Umkreis der Beringstraße, Ostsibirien und Alaska, die schon im Tertiär stark vereist waren, einer neuen Eiszeit entgegen, während unsere Gegenden, wie das ja auch Reibisch annimmt, in südlichere Breiten geraten werden. Dieser Wanderung des Nordpols steht natürlich eine entsprechende des Südpols, von der Straße von Suez im Präkambrium an Madagaskar vorbei zur Steinkohlenzeit bis zu seiner heutigen Lage, gegenüber.

Bemerken wir nun bei den Ausführungen Kreichgauers, die sich auf gründliche Erörterung der physikalischen Seite des Problems und auf die geologischen Befunde bis zur jüngsten Zeit stützen, daß die Polwege vom Diluvium ab in der früheren Richtung nicht weiterlaufen, sondern allem Anschein nach umkehren und die alte Bahn, freilich nun in umgekehrter Richtung, wieder einschlagen, so wird uns klar, daß es sich auch bei der Theorie

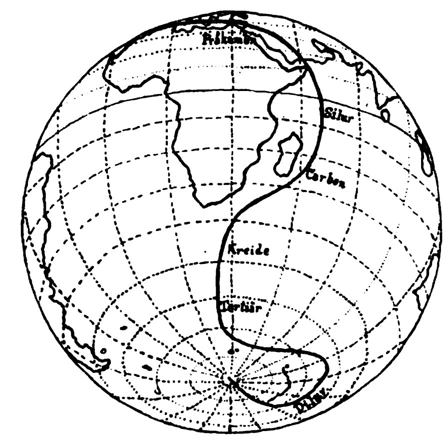


Kreichgauers um eine Pendulation im Sinne Reibischs (s. Jahrb. I, S. 50 u. folg.) handelt, um eine Pendulation allerdings mit weit größerem Ausschlag nach beiden Seiten, als Reibisch sie verlangt. Bemerkenswert ist ferner, daß auch Kreichgauer diese Bewegung sich um zwei Drehpunkte (Schwingpole) vollziehen läßt, die durchaus in der Nähe der oben genannten Schwingpole Reibischs liegen, nämlich in Westindien und dem etwa 180° davon entfernten Ostindien (Java und Umgebung).

Eine neue Berechnung der Zeiträume, in der sich so gewaltige klimatische Änderungen mittels der Polwanderungen vollzogen haben, versucht der Dozent K. R. Kupffer.*) Er geht von den im 1. Kapitel behandelten Polschwankungen aus, in denen man eine zwölf- und eine vierzehnmonatliche Periode erkannt zu haben glaubt. Diese müßten den Pol nach je 7 Jahren an seine Ausgangsstelle zurückführen; doch ist das nicht ganz der Fall, sondern es bleibt ein Rest von Bewegung, der sich bisher in keine Periode hat einzwängen lassen. Dieser Rest bedeutet eine Verschiebung des Poles um etwa eine Bogensekunde im Jahrhundert; er gäbe, wenn die Verschiebung konstant bliebe, erst in 6000 Jahren den Unterschied von einer Bogenminute in der Polhöhe der Orte, auf welche zu oder von welchen fort die Pole rücken. Erst in 360.000 Jahren erhielten wir eine Achsenverschiebung um einen Bogengrad, d. h. wäre der jetzt auf dem Drehpole gelegene Punkt um rund 111 Kilometer von ihm entfernt. Denken wir uns z. B., daß zur Steinkohlenzeit Mitteleuropa auf dem Äquator gelegen habe, so wäre dafür eine Verschiebung des Nordpols um etwa 50 Grad, nach obiger Annahme ein Zeitraum von 18 Millionen Jahren erforderlich. Kupffer will keineswegs behaupten, daß diese Zahl das tatsächliche Maß der seit dem Karbon verstrichenen Zeit sei, dazu ist unsere Annahme über den Betrag der säkularen Polverschiebung nicht sicher. Er glaubt jedoch in der Wanderung der Pflanzenarten ein Mittel gefunden zu haben, um die Zeitentfernung gewisser geologischer Perioden näher bestimmen zu können.



Wanderung des Nordpols vom Präkambrium bis zur Gegenwart.



Wanderung des Südpols vom Präkambrium bis zur Gegenwart.

Es ist nicht anzunehmen, daß ein und dieselbe Art an verschiedenen Orten des Erdballs entstanden ist. Wenn trotzdem viele Arten über weite Gebiete, ja zahlreiche von ihnen, den klimatischen Zonen folgend, rund um die ganze Erde verbreitet sind, so müssen wir annehmen, daß sie an irgend einem Punkte der Erdoberfläche entstanden sind und von da aus durch irgendwie erfolgte Wanderungen ihr heutiges Verbreitungsgebiet besiedelt haben.

Bei manchen Pflanzen, die sich durch selbsttätiges Ausstreuen ihrer Samen oder durch kriechende Ausläufer weiter verbreiten, läßt sich ein annäherndes Höchstmaß für die Geschwindigkeit ihrer Fortbewegung angeben, wenn wir annehmen, daß alle Umstände ihre Wanderung nach Möglichkeit begünstigt haben. So könnte z. B. eine Pflanze wie der Sauerklee (Oxalis acetosella), der in den schattigen Wäldern der nördlichen gemäßigten Zone überall verbreitet ist und dessen Früchte bei erlangter Reife aufspringen und ihre Samen fortschleudern, um einen Meter durchschnittlich im Jahre weiterwandern. Eine solche Fortrückungsgeschwindigkeit von einem Meter jährlich ist für viele Pflanzen gewiß ein reichlich bemessenes Höchstmaß. Im 60. Parallelkreis, der eine ganze Anzahl solcher rings um den Pol verbreiteten (zirkumpolaren) Kräuter ohne besondere Transportmittel besitzt, hätte unsere Pflanze 10 Millionen Jahre nötig, wenn sie von einem Punkte dieses 20 Millionen Meter langen Parallelkreises ausgehend längs demselben nach Ost und West gleich schnell fortschritte, um den ganzen Kreis zu schließen.

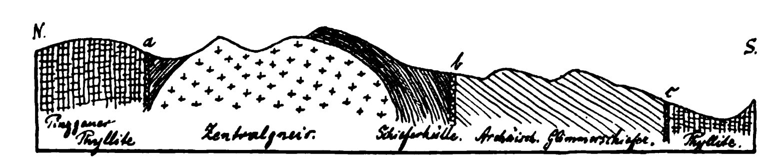
Wenn auch manche Pflanzen erst nach der Eiszeit ihre heutige Verbreitung erlangt haben mögen, so ist doch von anderen, besonders den sehr zahlreichen Arten, die in der Alten und Neuen Welt ein etwas verschiedenes Aussehen erlangt haben, anzunehmen, daß sie ihre Wanderung der Hauptsache nach vor der Eiszeit, etwa im Tertiär, vollzogen haben. Wahrscheinlich läge also das Tertiär, oder wenigstens dessen Beginn, um die errechneten 10 Mill. Jahre zurück, und ganz sicher könnte man

*) Astronomie u. Botanik. Die Umschau, VIII. Jahrg. (1904), Nr. 15 und 16.

diese Zahl als das Allermindestmaß für die Zeit von der Kreideperiode bis auf heute ansehen; denn erst in der letztgenannten Epoche begann sich die Klasse der hier in Frage kommenden Pflanzen, der Bedecktsamigen (Angiospermae), auszubreiten. Sie hat sich nicht nur bis heute bis in die abgelegensten Gegenden der Erde verbreitet, sondern auch noch Zeit gehabt, sich in verschiedene große Ordnungen mit mehreren hundert Familien, vielen tausend Gattungen und gegen hunderttausend Arten zu spalten. Wahrscheinlich ist deshalb der Zeitraum von 10 Millionen Jahren für die Zeit von der Kreideperiode bis heute viel zu niedrig angesetzt. Wenigstens dürften wir für die Steinkohlenzeit, die Spitzbergen mit einer Tropenvegetation überzogen hatte, gewiß das Doppelte oder mehr ansetzen, so daß die oben aus der Polverschiebung berechneten 18 Millionen Jahre keineswegs als zu hoch gegriffen erscheinen.

Zur Geologie der Alpen.

Die Verschiebungen der Erdschollen, deren oben Erwähnung geschah, scheinen in manchen Fällen so



Schematisches Nordsüd-Profil durch die hohen Tauern (*a b c* Verwerfungen)

schnell vor sich zu gehen, daß man nicht von säkularen Veränderungen sprechen kann. Die Zahl der Fälle, in denen sich nicht unerhebliche junge Dislokationen vollzogen haben, ist durch die Beobachtungen des inzwischen verstorbenen Dr. Berger in Yverdon um einen vermehrt worden. Nach seiner Angabe hat sich die Aussicht von Mauborget sur Grandson in der französischen Schweiz Ende der siebziger Jahre geändert, ohne daß Baumwuchs oder menschliche Eingriffe dabei in Frage kommen. Während man von jenem Punkte in früherer Zeit ein kleines Stück des Bieler Sees und die Hälfte des Murtener Sees sah, ist dort jetzt nur noch ein kleines Stück des letzteren sichtbar.

Ist es schon schwierig, so kleine Verschiebungen in der Erdrinde festzustellen — am besten möchte es noch mittels der neuerdings ja auch zur Konstatierung von Brückensenkungen benutzten Photographie gelingen — so stehen der Erforschung der gewaltigeren Dislokationen der Gebirgsgegenden, an deren Zustandekommen Jahrtausende unermüdlich durch Summierung kleiner Teilbeträge gearbeitet haben, fast unüberwindliche Hindernisse entgegen. Wie selten gibt die Ausführung eines Tunnels von der Länge der St. Gotthard- oder Simplondurchbohrung Gelegenheit, einen tieferen Blick „ins Innere der Natur" unserer Alpen zu tun. Kein Wunder also, daß die tatsächlichen Kenntnisse des Aufbaues der europäischen Hochgebirge dem darauf verwendeten Quantum mühseliger Arbeit und geduldigen Papiers keineswegs entsprechen, besonders was die wilde Hochgebirgswelt der Zentralalpen angeht.

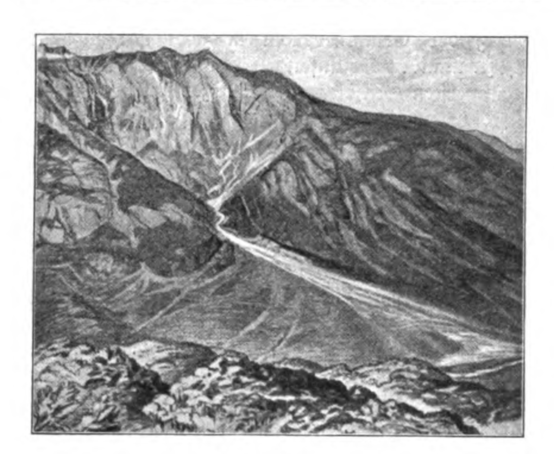
So befindet sich die Erforschung der „kristallinischen Zentralzone", die das Gebirge der ganzen Länge nach wie ein Rückgrat durchzieht, noch in ihrem Anfangsstadium, und die Bezeichnung Gneis und Glimmerschiefer, die neben Granit für sie auf den geologischen Übersichtskarten gegeben wird, ist wenig entsprechend und mehr ein Verlegenheitsausdruck. Zweifellos sind verschiedene Abschnitte der Zentralzone von sehr verschiedenem Aufbau, wie das kürzlich Becke und Löwl in dem „Führer für die Exkursionen im westlichen und mittleren Abschnitt der Hohen Tauern" dargetan haben.*)

Im Norden von einer Zone einförmiger Phyllite oder Urtonschiefer, sehr dichter, aus Quarz, Feldspat und feinen Glimmerschüppchen bestehender schwärzlicher Schiefergesteine, begrenzt, bestehen auch die eigentlichen Tauern aus schiefrigen Gesteinen, in welche „Schieferhülle" jedoch von unten granitisches Massengestein, der sogenannte „Zentralgneis", eingedrungen sind. Er tritt in Form von Kernen auf, um die sich die Schiefer herumschmiegen. In den Tauern lassen sich fünf solche Kerne unterscheiden, die man nach den in ihrem Gebiete liegenden Hauptgipfeln benannt hat, der Hochalm-, Rathaus-, Sonnblick-, Granatspitz- und Venedigerkern. Das Gestein dieser Kerne ist zwar vorwiegend Granit, z. T. auch Tonalit, dessen Gemengteile Feldspat (Plagioklas), dunkle Hornblende, brauner Magnesiaglimmer (Biotit) und reichlicher Quarz sind; es ist aber meist so stark geflasert und geschiefert, daß es seinem Äußeren nach den Namen Gneis verdient. Bei dem Venedigergestein läßt sich an der Beschaffenheit seiner Randpartien, an dem Auftreten von Granitgängen in der Schieferhülle und an anderen Merkmalen die Eindringlingsnatur dieses Gesteines deutlich erkennen. Der Zentralgneis führt auch eine Reihe von Mineralien, die ein Ergebnis chemischer Umwandlungen in dem Gestein sind. Als solche Neubildungen sind Kalkspat (Calcit), die als Epidot bezeichnete Kristallform des Feldspats und Granat zu nennen.

Sehr mannigfach ist die Zusammensetzung der Schieferhülle. Zu unterst liegen Glimmerschiefer, Quarzite, Hornblendeschiefer und einzelne Kalklager, darüber abwechselnd Kalkphyllite und kalkarme Schiefer, die aus tonigen und mergeligen Ablagerungen im Wasser entstanden sind. In der Nähe der Granitkerne, besonders wo diese Ausläufer in die Schieferhülle hineinschicken, zwischen denen dann Keile der letzteren sitzen, erreicht die kristallinische Beschaffenheit der Schiefer ihren höchsten Grad. Dennoch scheint diese Veränderung weniger auf die Berührung der Schiefer mit den aufsteigenden glutflüssigen Massen der Kerne zurückzuführen, als vielmehr durch allgemeine Metamorphose verursacht zu sein.

*) Führer für die (geolog.) Exkursionen in Österreich. Nr. 8 und 9. Wien 1903. Referat in der Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 37, von Dr. O. Wilckens.





Tschirgantbergsturz.

Südlich vom Gebiete der Tauerngesteine, durch eine Verschiebung der Schollen (Dislokation) von ihm getrennt, liegt eine Zone archäischen (der Urzeit angehörigen) Glimmerschiefers von großer Einförmigkeit; er ist an vielen Orten auf die Schieferhülle der Tauern hinaufgeschoben. Höchst bemerkenswert ist es, daß an den drei großen streichenden Dislokationen des Gebietes, nämlich an den beiden Grenzlinien der Tauerngesteine und der Pustertaler Verwerfung, Schollen von mesozoischen Gesteinen in Grabenbrüche eingeklemmt sind, z. B. Glanzschiefer, Dolomite, Kalke, deren organische Einschlüsse die Bestimmung des geologischen Zeitalters ermöglichen, dem sie angehören. Da diese vorwiegend aus der Trias stammenden Ablagerungen auch in ungleichförmiger Lagerung auf der Schieferhülle liegen, so ist das vortriadische Alter dieser letzteren zweifellos. Die Intrusion der Granitkerne ist vielleicht während der Steinkohlenzeit erfolgt, einer Epoche, in der gebirgsbildende Vorgänge und Intrusionen in besonders hohem Maße stattfanden.

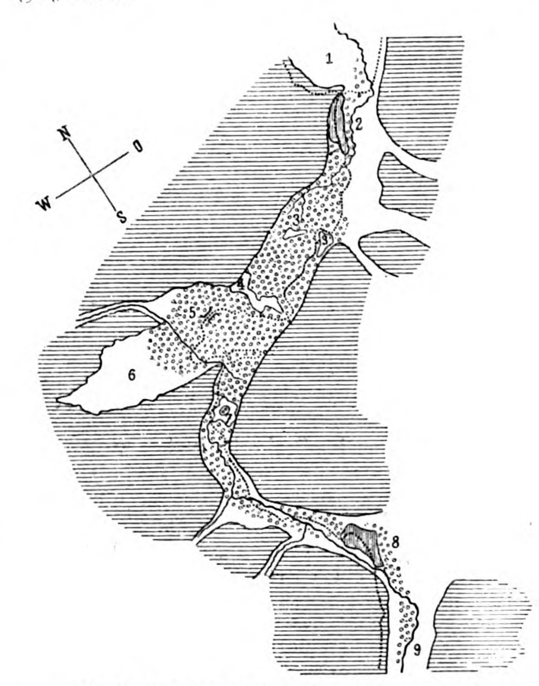
Ein schematisch gehaltenes Nordsüdprofil durch die Hohen Tauern zeigt uns den Zentralgneis mit der Schieferhülle im Norden und Süden durch Dislokationen begrenzt; es ist also ganz zweifellos, daß sich der zwischen diesen beiden Grenzlinien gelegene Teil der Ostalpen seinerzeit gesenkt hat und daß, so paradox es klingt, der höchste Kamm des Gebirges mit den höchsten Gipfeln als versenkter Teil der Erdkruste einen Graben darstellt.

Wie die Verwerfungen in der Vergangenheit und aller Wahrscheinlichkeit nach auch gegenwärtig noch an der Ummodlung des Erdantlitzes im großen gearbeitet haben und fortarbeiten, so wirken im kleinen nur mehr oberflächlich neben den fließenden Gewässern die Bergstürze. Auch ihre Tätigkeit hat sich anscheinend in verflossenen Erdperioden weit großartiger und erfolgreicher gestaltet als in geschichtlicher Zeit, und manche Alpenlandschaft verdankt ihren romantischen Charakter den Felsabrissen, die vor vielen Jahrtausenden gewaltige Schutt- und Trümmermassen donnernd und verheerend zu Tal sandten. Über einige dieser prähistorischen Bergstürze, die an der Mündung des Ötztales und dem nördlich davon gelegenen Fernpaß niedergingen, hat Dr. O. Ampferer eine interessante Studie veröffentlicht.*)

Am Nordufer des oberen Inn, südwestlich von der Zugspitze, begleitet ein im Tschirgant (2372 Meter) gipfelnder Bergkamm das Inntal von Imst bis gegen Telfs. Sein gegen das Inntal durchweg sehr steiler Abhang weist auf einer kurzen Strecke von 5 Kilometern drei große, selbständige Bergstürze auf, von denen der westlichste bei weitem am mächtigsten entfaltet ist. Sein Abrißgebiet greift am Ostgrat des Tschirgant an einer Stelle fast bis auf die Kammhöhe und umfaßt von 2200 Metern bis abwärts zu 1100 Metern Höhe eine Fläche von ungefähr 1·8 Quadratkilometern. Steile, wildzerfurchte Wände und Rinnen, der deutlich sichtbare Ort des Absturzes, vereinigen sich am unteren Rande zu schmalen Schlünden, unterhalb derer sich große, bis zum Inn hinabströmende Schuttkegel befinden. Aber nicht hier liegt die Hauptmasse der abgestürzten Trümmer, sondern am Südufer des Inn, wo sie sich bis weit in das Tal der hier mündenden Ötz hinein erstreckt und mit einer sehr großen Sturzmasse sogar den quer vorliegenden, 879 Meter hohen Wall des Rammlstein überfahren hat. Der größte Abstand vom oberen Rande des Abbruchs am Tschirgant bis zu den äußersten Kalkklötzen im Ötztale beträgt in horizontaler Entfernung über 6 Kilometer.

Der Absturz von der Bergwand des Tschirgant muß nach dem Ende der großen Eiszeit erfolgt sein. Der Inntalgletscher der Diluvialzeit hatte damals mächtige Grundmoränen abgelagert, die je-

*) Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Jahrgang 1904, Nr. 3.



Skizze der Verteilung der Bergsturztrümmer am Fernpaß.

Erklärung der Ziffern: 1 Lermooser Becken. 2 Dorf Biberwier. 3 3' Mittersee. Weißensee. 4 Blindsee. 5 Fernpaß. 6 Ausbruchsnische des Bergsturzes. 7 Samerangersee (Fernstein). 8 Nassereith. 9 Gurgtal.

Die Horizontalschraffierung bedeutet Berghänge.

doch durch die nach dem Eisrückgange eingreifende Tätigkeit des rinnenden Wassers größtenteils wieder entfernt wurden. Nun lösten sich die Bergsturzmassen ab, fuhren über die Reste von Grundmoränen zu Tal und warfen den weitaus größten Teil ihrer Trümmer gegen den Eingang des Ötztales. Die gewaltige Wucht der hohen Sturzfahrt trieb die ganze Masse so kräftig von dem Berghange weg, daß zwischen ihm und der mächtigen Anhäufung der Trümmer ein ziemlich schuttfreier niedriger Streifen verblieb; in dieser Zone entlang dem Berghange schuf sich der Inn seinen Durchbruch. Die nördlich von ihm gelegenen mächtigen Schuttkegel sind jüngere Bildungen, die sich



Wassereinbruch im Simplontunnel.

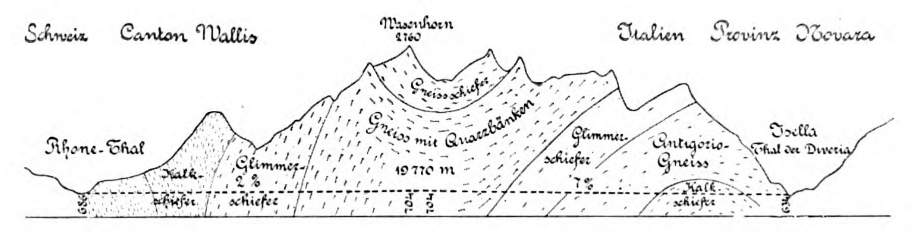
noch jetzt fortwährend weiterentwickeln und umgestalten.

Eigenartiger noch gestaltete sich der wohl ebenfalls nacheiszeitliche **Felssturz am Fernpaß.** Der ehedem wahrscheinlich eine einheitliche, dem Inntale zugeneigte Rinne bildende Talzug dieses Passes ist durch gewaltige Schuttmassen in zwei Teile zerlegt, indem der höchste Wall dieser Gesteinstrümmer eine Wasserscheide zwischen Inn und Loisach bildet. Am Ostgehänge des Loreakopfes, gerade gegenüber der Paßschwelle, sieht man die gewaltige Ausbruchsnische des Bergsturzes, von dem die Schuttmassen stammen. Die größte Höhe des Ausbruchs liegt bei etwa 2100 Metern, sichtbar ist das Abrißgebiet bis gegen 1100 Meter herab; doch ist das nicht die wirkliche Endigung der Ausbruchsnische, die, ganz von Schutt verhüllt, beträchtlich tiefer liegen muß. Die Öffnung des Ausbruchs ist gerade gegen Osten gerichtet, nach Osten zu hat sich auch die Hauptmasse der abgebrochenen Felsen angehäuft, während ein kleinerer Teil, etwa ein Sechstel davon, gegen Süden vorgetrieben wurde, so daß der Trümmerstrom in zwei nahezu senkrecht zueinander verlaufenden Kanälen vor uns liegt. Die äußersten Trümmer des Sturzes wurden sowohl nach Norden wie nach Süden eine sehr beträchtliche Strecke, ungefähr 10 Kilometer von der oberen Kante des Abbruchs, fortgetrieben, bis ins Lermooser Becken und südlich von Nassereith, obwohl die Neigung der Ausbruchsfläche ziemlich gering ist. Bemerkenswert ist der Umstand, daß beide vom Bergsturz benutzte Talläufe ganz beträchtliche Krümmungen beschreiben, ohne den Trümmermassen Einhalt zu gebieten. Die langen Bahnen des Sturzes sind wohl dadurch zu erklären, daß die rasch bewegten Massen in verhältnismäßig schmalen Kanälen vorwärtsgedrängt wurden. Indem sie diese Kanäle durchfuhren, lagerten sich riesige, mit der Entfernung von der Ausbruchsnische an Höhe abnehmende Schuttwälle ab, die zum Teil von einer Seite des Tales bis zur anderen reichen und durch tiefe Gräben voneinander getrennt sind. Einer dieser Gräben ist jetzt teilweise von dem herrlichen Blindsee gefüllt, ein anderer umschloß früher den vom Schuttwall abgestauten Kälbertalbach, der sich später durch Trümmermassen seinen Weg zum Inn gebahnt hat.

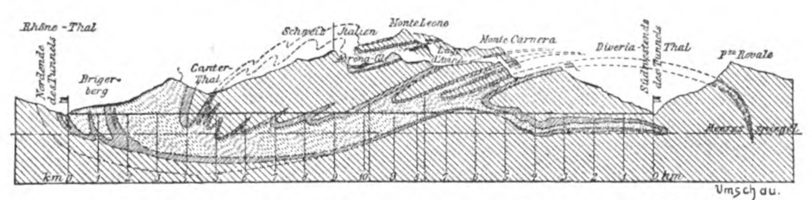
Einen Einblick in die vielfach verwickelten Wege der **Grundwasser im Gebirge** haben die Arbeiten im Simplontunnel während des letzten Jahres gegeben. Den großen Wassereinbrüchen, welche in den Jahren 1902 und 1903 in der südlichen Tunnelhälfte erfolgten und zum Teil schuld daran waren, daß die auf den 13. Mai 1904 festgesetzte Vollendung bis auf den 30. April 1905 hinausgeschoben werden mußte, sind zu Anfang 1904 neue Einbrüche in der Nordhälfte des Tunnels gefolgt, welche die Fortsetzung der Bohrarbeiten dort unmöglich zu machen drohten, weil man von Norden aus die Tunnelmitte überschritten hatte und im Gefälle arbeiten mußte.

Über die südlichen Wassereinbrüche und die daraus sich ergebenden geologischen Schlüsse berichtet der Geologe des Simplontunnels, Prof. H. **Schardt.** Danach gehören die Wasserzuflüsse in den Tunnel auf der Seite von Isella (Italien, Südseite) zwischen Kilometer 3·83 und Kilometer 4·42, vom Südportal aus gerechnet, drei deutlich verschiedenen Gruppen an, je nachdem ihre Temperatur heiß, dem Tunnelniveau entsprechend oder kalt ist. Die heißen entströmen einer Zone, welche tiefer als der Tunnel liegt, die kalten hingegen stürzen plötzlich aus höher gelegenen Gebirgspartien durch die Kalkschichten herab; die mittlere wird vornehmlich durch die den Gneis durchströmenden Wässer gebildet (durch diesen Gneis bewegt sich der Tunnel auf der entsprechenden Strecke, siehe das Profil). Diese unterirdischen Wasseransammlungen erfüllten die Spalten erst im Gebirge bis zu einer Höhe von etwa 650 Metern über dem Niveau des Tunnels, bevor sie durch diesen angebohrt wurden. Sie kreisten teils gemischt, teils getrennt in den unterirdischen Kanälen und veranlaßten ein Sinken der Temperatur im Tunnel, als sich dieser den wasserreichen Schichten mehr und mehr näherte. Die weitere Tunnelbohrung führte eine gänzliche Änderung dieser Verhältnisse herbei.

Sie trennte die verschiedenen Wässer und führte außer den in der näheren Umgebung des Tunnels bereits vorhandenen Wasseransammlungen einen Zufluß noch viel bedeutenderer Wassermassen herbei, die einem Quellgebiet von großer Oberfläche in der Ausdehnung bis 3 Kilometer nordöstlich und 7 Kilometer südwestlich von der Achse des Tunnels entstammen. Dieser Zufluß von kaltem Wasser verursacht die rasche Abkühlung der Gesteinsmassen, und zwar in um so stärkerem Grade, als man sich dem Kilometer 4·4, der Einbruchsstelle der großen kalten Quellen, nähert. Die Mächtigkeit der letzteren beträgt durchschnittlich 1000 Liter (1 Kubikmeter) Wasser in der Sekunde, was der Wasserfülle eines tüchtigen Bergbaches entspricht. Diese erklären lassen, die man auf der Nordseite, tief im Simplonmassiv, angebohrt hat und deren Vorhandensein beim Beginn der Tunnelbohrung niemand hätte voraussagen können. Nach der früheren allgemeinen Annahme der Geologen bestand die ganze mittlere Zone des Simplonmassivs aus Gneis, den der Tunnel in seinem zentralen Teile auf mehrere Kilometer zu durchbrechen haben würde. Statt dessen aber ergab der wirkliche Befund seit Mitte 1903 beiderseits sedimentäres Gestein aus der Jura- und Triasformation (Kalke, Gipse). Prof. Schardt glaubt nach allen Erfahrungen annehmen zu müssen, daß es sich hier um Kalkschichten handelt, denen der an der Oberfläche zu Tage tretende Gneis des Simplonmassivs über- und untergelagert ist. Nach



Geologischer Bau des Simplon nach der Ansicht der Geologen vor Beginn des Durchstichs.



Geologischer Bau des Simplon auf Grund der heutigen Ergebnisse des Durchstichs.

enormen Wassermassen haben ihren Ursprung zum Teil im Tagewasser eines 10 bis 11 Quadratkilometer großen Oberflächengebietes, anderenteils entstammen sie der Cairasca, einem Bergbache, dessen Wasser sich bei hohem Stande derselben unaufhörlich mit den übrigen Zuflüssen zum Tunnel mischt, was durch Färbungsversuche seines Wassers mit Fluoreszeïn unmittelbar nachgewiesen werden konnte.

Da plötzliche Niederschläge, z. B. starke Gewitterregen, sich nicht durch ebenso plötzliche Vermehrung der Tunnelzuflüsse bemerklich machen, so muß zu dieser Vermehrung eine Hebung des Niveaus der ganzen unterirdischen Wasseransammlung stattfinden; die Tunnelwasser werden also wohl von jetzt ab alljährlich die gleichen Erscheinungen und dieselbe Menge aufweisen, wenn nicht infolge der Auslaugungen Zusammenstürze von Felsmassen innerhalb des unterirdischen Kanalsystems eintreten und dieses verstopfen. Denn die gipshaltigen Tunnelwässer führen jährlich rund 30.000 Tonnen (10.000 Kubikmeter) Gips aus dem Gebirge, was im Laufe der Jahre zu Einstürzen im Erdinnern Veranlassung geben könnte, die sich vor der Tunnelbohrung nicht vermuten ließen.

Ebenso befriedigend wie die rätselhaften großen Wassereinbrüche auf der Südseite des Simplontunnels hat sich das Auftreten der heißen Quellen dem geologischen Profil wird die noch zu bauende Tunnelstrecke in diesen Kalkschichten bleiben.

Hieraus erklärt sich das Auftreten heißer Quellen im nördlichen Stollen tief im Gebirgsinnern und in einer Mächtigkeit, die dem Vortrieb der Tunnelbohrung auf Wochen ein Ziel setzte. Der von Portal zu Portal geradlinig 19.729 Meter messende Tunnel ist, um den eindringenden Wassern Abfluß zu gestatten, beiderseits gegen die Mitte ansteigend gearbeitet, auf der Nordseite mit 2, auf der Südseite mit 7 Metern Steigung auf 1 Kilometer Länge. Die Tunnelmitte war nun von der Nordseite her am 22. November 1903 erreicht, die Arbeiten fanden also schon im absteigenden Stollen, im „Gefälle“, statt, als man auf zwei heiße Quellen von 48° C stieß, die mit 70 Litern in der Sekunde den eine Sackgasse bildenden absteigenden Tunnelabschnitt rasch füllten. Es währte bis zum März 1904, ehe durch Pumpen der Stollen geleert und durch den Ausbau des den ganzen Tunnel begleitenden Parallelstollens, eines Querschlages und anderer Sicherungen neuen Überraschungen und Gefährdungen durch Wassereinbrüche vorgebeugt erschien.*) Daß trotzdem noch im Oktober des Jahres neue Wassereinbrüche die Vollendung des Simplontunnels zu verzögern drohten,

*) Prometheus 1904, Nr. 753.



wird der Leser aus den Tageszeitungen erfahren haben.

In den Tiefen des Meeres.

Muten uns schon die im Erdinnern mit Wassereinbrüchen und Ersäufen von Schächten und Bergwerken drohenden Gewässer seltsam und unheiman, so erscheinen Süßwasserquellen, die auf dem Grunde des Meeres sprudeln, noch eigenartiger und geheimnisvoller. Eine reichhaltige Zusammenstellung alles dessen, was über diese Quellen im Meeresschoße bisher bekannt geworden ist, hat Dr. F. J. Fischer in einer umfangreichen Arbeit „Meer und Binnengewässer in Wechselwirkung" gegeben.*)

In Europa besitzen die Mittelmeerküsten Südfrankreichs, Norditaliens, Istriens und Dalmatiens den größten Reichtum submariner Quellen, die zum Teil von großer Mächtigkeit sind. An der Rhonemündung, wo sie in verschiedener Entfernung von der Küste und oft in bedeutender Tiefe auftreten, bricht die stärkste aus einem mindestens 2 Quadratmeter großen Felsentore mit solcher Gewalt hervor, daß der auf der Seeoberfläche von ihr erzeugte Strom schwimmende Gegenstände oft über 2 Kilometer weit fortreißt. Ein Lot konnte nahe der Austrittsstelle des Quelles erst durch eine Belastung mit 38 Kilogramm zur senkrechten Stellungnahme gebracht werden. Die Quelle Polla di Cadimare südöstlich vom italienischen Kriegshafen Spezia steigt bis 18 Meter über den Meeresboden auf und erzeugt an der Oberfläche des Golfes einen kleinen Wasserhügel, der für kleinere Fahrzeuge unnahbar ist. Im Golf von Fiume, bei Mošcenice, strömt aus einem Dolinentrichter eine gewaltige Süßwassermasse hervor, die zwar in trockenen Zeiten nur durch die Strahlenbrechung ihrer aufsteigenden und über dem Meere sich ausbreitenden Schichten erkennbar ist, nach Regengüssen aber mit solcher Kraft aufwallt, daß auf einem Kreise von über 500 Metern Durchmesser keine Barke darüberfahren kann.

In allen diesen Fällen sind es poröse Kalkgesteine der Küstenzone, welche große Störungen in ihrer Lage erlitten haben und das niederfallende, durch schlotförmige Dolinen oder Sauglöcher verschluckte atmosphärische Wasser in unterirdischen Hohlräumen dem Meere zuleiten. Hier verraten sie sich bei ruhiger See durch ihr Aufwallen; bisweilen ist der Druck vom benachbarten Kalkgebirge her so stark, daß ein förmlicher Süßwasserkegel in der See steht. Aus welcher Tiefe solche unterseeische Quellen oft heraufkommen, zeigt die Tatsache, daß die Quelle bei St. Remo 190 Meter, die am Kap St. Martin sogar 700 Meter unter dem Meeresniveau mündet.

Mächtige submarine Quellen befinden sich an der Südküste der Vereinigten Staaten, auf den Bahamas, an den Kleinen und Großen Antillen. So sprudelt an der Mündung des St. Johnflusses eine untermeerische Quelle völlig süßen Wassers 1 bis 2 Meter hoch über die Ozeanfläche empor. Schiffe, welche die Bucht von Xagua auf Kuba nicht anlaufen können, holen zuweilen ihren Wasservorrat aus den reichen Süßwasserquellen in der Bucht und finden das Wasser um so süßer und kälter, je tiefer es geschöpft wird. Durch Instinkt geleitet, haben die sonst an die Flußmündungen gebundenen Seekühe oder Lamantins (Manatus americanus) dieses Süßwasser entdeckt, und die Fischer, die diesen Seegras fressenden Sirenen nachstellen, finden und erlegen sie dort in Menge auf offener See.

Bisweilen verschwindet ein Fluß plötzlich unfern der Küste im Sande und eilt unsichtbar dem Meere zu, um einen breiten submarinen Strom zu bilden; so bei dem durch ein furchtbares Erdbeben 1868 bekannt gewordenen Orte Arica in Chile sowie westlich von dem peruanischen Hafen Talora, wo sich auf dem Meeresboden 18 Kilometer von der Küste entfernt ein echtes Flußbett gebildet hat. Es wird durch eine Reihe von Seen im Hinterlande der Küste gespeist, deren Gewässer in eine Felsspalte abfließen und wahrscheinlich am Meeresgrunde erst wieder den Boden verlassen. An der Westküste Afrikas ergießt sich ein Fluß in die Sümpfe von Yof und verliert sich dann im Sande. In gleicher Höhe tritt 24 Kilometer von der Küste entfernt im Ozean eine mächtige Süßwasserquelle auf, die das zwischen Kap Verde und Brasilien gelegte Kabel mit Schuttmassen überschüttet und wiederholt zum Reißen gebracht hat. Wie weit wasserdichte Schichten sich unter dem Meere fortziehen können, erhellt aus der Tatsache, daß man noch 125 Meilen von der Küste Indiens entfernt eine mächtige Süßwasserquelle im Indischen Ozean entdeckt hat.

Die Aufwallungen solcher Quellen am Meeresgrunde sind, so zahlreich die Quellen auch sein mögen, doch wegen ihrer geringen Ausdehnung wenig geeignet, die ruhige Ablagerung der Meeressedimente zu stören. Eine Lotungsfahrt, welche die norddeutschen Seekabelwerke in Nordenhamm nach den Azoren und von da nach New-York veranstalten ließen, hat über die Ablagerungen des atlantischen Meeresbodens wertvolle und interessante Aufschlüsse gegeben.*)

Beiderseits sind die Küstenabstürze am Nordatlantik bis etwa 3500 Meter hinab mit blauem Mud (Tonschlamm) bedeckt. Bei den Azoren werden die flacheren, oberhalb 1800 Meter liegenden Gründe von vulkanischen Sedimenten gebildet, fast das ganze übrige Terrain nimmt Globigerinenschlamm**) ein. Nur südlich von Neufundland und Neuschottland, wo sich die Flachsee weit nach Süden in den Ozean vorschiebt, treten gleichzeitig mit den größten Tiefen sehr interessante und verwickelte Verhältnisse ein. Hier liegt die seltene Erscheinung vor, daß der rote Tiefseeton, der die tiefsten Stellen mit einem beim Schlämmen tiefrotbraunen, terrakottafarbenen Schlamm bedeckt, unmittelbar in den aus festländischen Abspül- und Abschwemm-Massen gebildeten, daher sonst nur für die Küstenränder

*) Abhandlungen der k. k. geogr. Gesellschaft in Wien, Band IV, Nr. 5.

*) Gaea, 39. Jahrgang (1903), Heft 10.

**) Globigerinen sind zu der Familie der Foraminiferen gehörige, an der Oberfläche lebende Wurzelfüßer (Rhizopoden) mit ein- oder vielkammeriger, meist kalkiger Schale.



charakteristischen quarzreichen blauen Mud übergeht; beide Ablagerungen treten hier nebeneinander in Tiefen von 5000 bis 6000 Metern auf. In beiden finden sich fast immer in großer Menge große Koszinodiskus-Exemplare von einer in den nordischen und arktischen Küstengebieten häufig vorkommenden Art, während die Radiolarien (Unterordnung der Wurzelfüßer) außerordentlich selten sind. Da nun diese koszinodiskusreichen Sedimente in dem Gebiete liegen, wo das Wasser der kalten Labradorströmung mit dem warmen Golfstromwasser zusammenstößt, so erfolgt hier wahrscheinlich unausgesetzt ein massenhaftes Absterben der mikroskopisch kleinen Diatomeen. Die Schalen und Skelette der winzigen Wesen sinken zu Boden; während aber die Hartteile der übrigen wegen ihrer Zartheit schnell aufgelöst werden, bleiben in den Ablagerungen nur die dickschaligen Koszinodisken übrig.

Die tiefste Ablagerung des roten Tons lag in 6491 Metern Tiefe und ging nach Osten in blauen Ton über, nach Westen, wie es Regel ist, in Globigerinenschlamm. Ehe aber der letztere in seiner typischen Form auftrat, zeigte sich eine deutliche Schichtung der Sedimente in der Weise, daß die obersten Lagen von 2 bis 7 Zentimetern Dicke weit reicher an solchen Rhizopoden (Globigerinen) waren als die darunterliegenden 1 bis 6 Zentimeter. Der graue obere Ton war ferner sehr reich an pelagischen Wurzelfüßern, während in der unteren rotbraunen Partie nur ganz selten einige Globigerinenschalen sich fanden. Während demnach die oberste Lage als echter Globigerinenschlamm zu bezeichnen ist, gehört die untere Partie dem roten Ton an. Daß diese Schichtung, die zwischen 65 und 57 Grad westl. L. in zwischen 4700 und 5800 Metern schwankenden Tiefen beobachtet wurde, auf einer während langer Zeiträume eingetretenen Änderung der Ablagerungsbedingungen beruhen muß, unterliegt keinem Zweifel; aber über die Art dieser Änderungen wissen wir noch nichts. Die deutsche Südpolar-Expedition hat übrigens noch seltsamere Schichtungen in 7230 Metern Tiefe gefunden.

Was der heutige Meeresgrund an Gesteinen früherer Zeitalter birgt, wird uns wohl immer verschlossen bleiben. Dagegen kann uns die vor unseren Augen von statten gehende Ablagerungsweise wohl zum Verständnis der Bildung mancher früheren, im Meere gebildeten Schicht verhelfen. Der aus Schiefer und Sandsteinen bestehende Flysch, ein besonders in den östlichen Alpen und in Oberitalien anstehendes, in die Übergangszeit zwischen Kreide und Tertiär hineinreichendes Gebilde, war wohl schon lange als Meeresschöpfung anerkannt. Die Frage drehte sich nur darum, zu welcher Klasse von Meeressedimenten er zu rechnen sei, ob zu den Tiefseeablagerungen oder zu den Flachseegebilden. R. Zuber hat diese Frage durch genaues Studium gegenwärtiger (rezenter) Sedimente gelöst und dahin beantwortet, daß der gesamte Flysch fast ausschließlich nur als eine Bildung des Litorals, d. h. des nur zeitweise unter Wasser stehenden Geländes, und der Flachsee anzusehen sei.*)

*) Zeitschrift für prakt. Geol., Band IX, S. 283 ff.

Gestützt auf seine Reisen in Südamerika erklärt Zuber die Entstehung des Flysches folgendermaßen: In dem flachen Meere, welches das Orinokodelta umgibt, bilden sich noch heute Flyschabsätze, wie auch auf der Insel Trinidad und in den angrenzenden Teilen Venezuelas echter früherer Flysch auftritt, mit dem unzweifelhaft die schon lange bekannten Vorkommen von Asphalt, Erdöl, Schlammvulkanen im Zusammenhange stehen. In dem zwischen Trinidad und dem Festlande gelegenen Golfe von Paria treten Ebbe und Flut verhältnismäßig stark auf, das Wasser des Golfs ist im südlichen Teile trübe und nimmt auf einige Seemeilen von der Orinokomündung bereits den Charakter einer schmutzigen, gelben oder rötlichen Pfütze an. Der Strom bringt sehr bedeutende Massen von Schlamm und feinem Sand in den Golf und setzt sie zu einem beträchtlichen Teile im Meere ab. Dabei bewirken Niveauverschiebungen und die veränderte Geschwindigkeit der Strömung, daß gleichzeitig an verschiedenen Orten und abwechselnd an demselben Orte Sand, toniger oder mergeliger Schlamm abgesetzt wird. Sehr wichtig ist die Beobachtung Zubers, daß weite Flächen ganze Tage, Wochen, Monate lang einmal über, dann wieder unter dem Meeresspiegel liegen. Dann beobachtet man das Aufblasen des Schlammes durch Sumpfgase, zahllose Spuren kriechender Tiere, wie Würmer, Krabben, Wellenfurchen, faulende Äste u. s. w. Obwohl Millionen von Fischen in diesem Schlamm-Meere leben, erhalten sich Reste davon nur sehr selten in den Sedimenten, da die Überbleibsel infolge des tropischen Klimas (10° nördl. Br.) schnell verwesen. Charakteristisch für den Flysch ist das Fehlen von Muschelbänken, Korallenriffen. Das erklärt sich nach Zubers Annahme sehr gut; denn Korallen könnten in diesem trüben und schlammigen Wasser nicht gedeihen, Austern und andere Seemuscheln sowie Schnecken verkümmern in dem Schlamme und sterben allmählich aus. Die Hauptmasse organischer Substanz liefern die auf Stelzwurzeln im Schlamme haftenden Mangrovebäume. Diese vegetabilischen Trümmer, nicht die Reste von Tieren, die unter jenen Bedingungen sich keine 24 Stunden halten könnten, sind nach Zubers Ansicht die Quelle der Bituminösität, d. h. des Erdöl- und Asphaltgehaltes so entstandener Ablagerungen.

Eine Schwierigkeit, diese modernen Entstehungsverhältnisse auf den alten Flysch anwenden zu können, liegt darin, daß die von Zuber geschilderten rezenten Flyschsedimente an die Existenz großer Ströme, welche die Sinkstoffe in das Meer vortreiben, geknüpft erscheinen. Große Ströme aber setzen größere Festlandmassen voraus, und diese dürften in der Nähe der Alpen- und Karpathenflysche gefehlt haben. Letztere sind eher als Ablagerungen zwischen einzelnen kleineren und größeren Inseln anzusehen, zwischen Landmassen ähnlicher Gestaltung wie der indomalayische Archipel; ob sich auch hier flyschartige Flachseeablagerungen bilden, ist noch nicht untersucht.

Unter den Umständen, bei denen die Bildung der Meeressedimente gegenwärtig erfolgt, dürfte die Entstehung der gewaltigen Salzlager, die mit ihren wertvollen Edelsalzen einen Teil des

Nationalreichtums Deutschlands bilden, schwierig zu erklären sein. Ganz besonders günstige Umstände haben, wie Dr. C. Ochsenius*) kürzlich eingehend darlegte, die Entstehung der unter dem norddeutschen Flachlande lagernden Steinsalzmassen mit ihren höchst wertvollen Zugaben von Kali- und Magnesiasalzen ermöglicht.

Nachdem er nachgewiesen, daß es sich bei diesen Salzvorkommnissen um ein einziges großes zusammenhängendes Lager handelt, das sich in einer Tiefsee, dem norddeutschen Zechsteinsalzbusen, gebildet hat, schildert er die Entstehungsweise dieses Lagers in der geologischen Vergangenheit.

In der Zechsteinzeit, dem jüngsten Abschnitt des Altertums der Erde oder der paläozoischen Periode, reichte von der Nordsee ein sehr tiefer Busen landeinwärts bis zu den deutschen Mittelgebirgen. Er war vom Meere durch eine niedrige, stellenweise nicht völlig schließende Barre getrennt. Jahrtausende hindurch setzte sich während der wärmeren Jahreszeit infolge der Verdunstung des Meerwassers in dem damals tropischen Klima eine Schicht Steinsalz nach der anderen ab, durch dünne Anhydritblättchen ($CaSO_4$) voneinander getrennt. Über dem Absatz des größten Teiles von Chlornatrium (Steinsalz) blieben schließlich Laken stehen, deren oberste Schichten aus den leichtest löslichen Salzen gebildet waren, nämlich aus Verbindungen des Jods und des Broms mit Natrium, Lithium, Kalzium, Magnesium u. a. Diese Schichten waren die ersten, welche über die Barre ins Meer abfließen mußten, nachdem der Mutterlaugenspiegel die Unterkante der Barre erreicht hatte. Die Jodverbindungen wurden vollständig abgestoßen, deshalb gibt es weder Jod noch Lithium in unseren Kalibetten; die Bromide blieben nur restweise zurück, und dann muß sich die Barre durch Versandung vom Ozean her völlig geschlossen haben. Sonne und Wind brachten nun nach Entfernung der rebellischst hygroskopischen Salze die Laken zur Erstarrung, die Edelsalze, Kieserit und Karnallit, setzten sich über dem Steinsalz als mehrere Meter dicke Schicht ab. Der Wind führte Staubmaterial herbei, das sich in Salzton verwandelte und die festgewordenen Salze mechanisch vor Unbilden und chemisch vor Wiederauflösung durch angezogene Feuchtigkeit schützte. Vielleicht wäre dieser Schutz durch die Tonerde doch nicht ausreichend gewesen, uns die kostbaren Schätze bis in die Gegenwart zu erhalten. Da zerstörte der Ozean den vorher von ihm selbst bewirkten Sandverschluß der Barre, brach mit seinen Wogen in die Senke ein, deren Grund die Salze unter dem Ton barg, und setzte nun, ungestört durch Unterbrechungen, ein zweites jüngeres Steinsalzlager ab, ohne Edelsalze, aber mit Gipsunterlage und Anhydrithut mit Salzton. Dieses jüngere Flöz hat den Kalibetten als ausgezeichneter Schutz gegen Eingriffe von oben gedient.

Was nun die Schichtenfolge über dem Zechstein, dem Träger (Liegenden) der Salzlager, anlangt, so nimmt Ochsenius an, daß es sich hinsichtlich der Mächtigkeitkeitsbestimmung um drei parallele Ebenen handelt. Die unterste war die Oberfläche des Steinsalzmassivs im Untergrunde des Busens, die zweite ist das Ozeanniveau und die dritte, abgesehen von geringen Unebenheiten, das norddeutsche Flachland. Ohne eingetretene Störungen müßten also unsere Kalisalze überall gleich tief, etwa 500 bis 600 Meter, unter Tage liegen. In Wirklichkeit sind sie, wie die Tiefbohrungen beweisen, in den auf ihren Absatz folgenden Zeiträumen arg mitgenommen worden. Kein einziges Bruchstück des ursprünglich gleichmäßig ausgebreiteten Kalitischtuches ist in horizontaler Lage geblieben. In ausschweifendsten Verschiebungen, Verwerfungen und Faltungen haben sich unsere Kalibetten ergangen. Einzelne Teile sind sattelförmig bis 150 Meter hoch unter die heutige Kulturdecke gehoben, andere über 1200 Meter tief hinabgepreßt worden, abgesehen von einigen anderen Tücken der schaffenden Natur, die nachträglich Sättel, Mulden und Spalten da unten hervorgebracht hat. Einzelne Kalibetten, z. B. die des Harzes bei Vienenburg, stehen auf dem Kopfe. „Ich kann die Situation," schreibt Ochsenius, „nur vergleichen mit dem Getriebe von polaren Eisschollen auf bewegtem Wasser, die einerseits alle möglichen Stellungen eingenommen haben, anderseits Lücken zwischen sich präsentieren."

Für die starke Verdunstung, die in dem norddeutschen Zechsteinbusen geherrscht haben muß, um so mächtige Salzlager entstehen zu lassen, zieht Ochsenius zur Erklärung die Fähigkeit der Salzsolen herbei, die Sonnenhitze förmlich zu kapitalisieren und festzuhalten, eine Eigenschaft, die wir an den warmen Kochsalzseen Ungarns, die förmliche Wärmespeicher darstellen, kennen gelernt haben (II. Jahrbuch, S. 104) und hier deshalb übergehen. So muß es auch unten im norddeutschen Kalibusen seinerzeit sehr warm gewesen sein.

Wenden wir uns zum Schluß von den aufbauenden zu den zerstörenden Wirkungen des Meeres!

Zu den Beschädigungen, die auf Rechnung der rastlosen Wellenbewegung des Meeres gesetzt werden, zählt man gewöhnlich außer den Landabbrüchen an den Küsten der Nord- und Ostsee auch die unabläßig fortschreitende Zerbröckelung Helgolands. In einer schön illustrierten Abhandlung: „Wie ist dem Abbröckeln der Insel Helgoland Einhalt zu gebieten?" weist Albert Conze*) nach, daß an der wirksamsten Art der Abbröcklung das Meer gar nicht Schuld trägt. Regen, Hitze, Frost und Schneeschmelze sind die nimmer rastenden und ruhenden Zerstörer dieses, heute für die Fortifikation so wichtigen und einzig in seiner Art dastehenden Eilandes.

Der rote Sandstein Helgolands, in dem dünne Bänke eines milden, lockeren weißen Sandsteins von leichterer Verwitterung eingelagert sind, ist von zahlreichen Verwerfungen durchsetzt, die allerdings dem Wogenanprall der Weststürme vorzügliche Angriffspunkte bieten. Aber die Abbröcklungen, durch welche die großen, jetzt alleinstehenden Felsgebilde und Steinkolosse, Hengst, Mönch und Nonne, von der Insel getrennt sind, die Abstürze an den Kanten

*) Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch., Bd. 54, Heft 4.

*) Zeitschrift für prakt. Geologie, Bd. XII, Heft 8.



der Hochufer sind hauptsächlich auf die Atmosphärilien zurückzuführen, die teils offensichtlich, teils in von oben oder von den Seiten gar nicht sichtbaren Rissen und Klüften ihr Vernichtungswerk ungestört betreiben.

Dank der Anregung des deutschen Kaisers hat man endlich seit etwa einem Jahre angefangen, etwas gegen den völligen Untergang der Insel zu tun. An der Südwestseite werden an den Stellen, wo sich die Hauptverwerfungen befinden, Schutzmauern aufgeführt gegen den Wogenanprall, und wenn sie hoch und stark genug sowie auf genügenden Halt bietenden Stellen angelegt werden, so mögen sie ihren Zweck vielleicht erfüllen. Doch die Hauptsache sind sie nicht. Gerettet kann Helgoland nur dann werden, wenn es gelingt, die in das Innere eindringenden Tagewässer abzufangen, ferner die Abbröcklung der Ackerkrume, namentlich an der Südwestkante, zu verhindern und diese vor dem zerstörenden Einfluß von Sturm, Regen, Hitze und Frost zu schützen.

Eine ausreichende Drainage der Ackerkrume, Kanalisierung sämtlicher Straßen des bebauten Oberlandes müßte das Regen- und Schneewasser abhalten, in den Untergrund zu dringen. Die Felsenkanten müßten nach Wegsprengung der nicht mehr haltbaren Partien möglichst senkrecht gestaltet und abgepflastert werden. Ferner wäre festzustellen, ob wirklich, wie die Bewohner behaupten, das Abfeuern der schweren Geschütze von Einfluß sei auf die Bildung von neuen inneren Sprüngen, z. B. bei Entstehung des neuesten, im März 1904 an der Südwestseite entstandenen Risses. Ohne beträchtliche Summen wird das schon mit so schweren Opfern erworbene Eiland nicht zu erhalten sein.

Minerale und Fundstätten.

Wir beginnen bei Besprechung einiger neuerdings bekannt gewordener Fundstätten mit dem Mineral, das augenblicklich und wahrscheinlich auch noch auf längere Zeit hinaus das kostbarste ist, mit dem Radium.

Lange Zeit war die Pechblende von Joachimsthal im Erzgebirge das einzige bekannte radiumhaltige Vorkommen. Von der Ansicht geleitet, daß auch die Nachbarschaft dieses Fundortes radiumhaltige Mineralien aufweisen werde, untersuchte J. Hoffmann die Mineralien von Schlaggenwald,*) unter denen sich sechs Uranverbindungen fanden. Unter diesen zeigten vier eine stärkere Radioaktivität, indem sie schon nach ein bis zwei Tagen deutliche Veränderungen auf lichtempfindlichen Platten hervorriefen. Es sind Kupferuranit, Kalkuranit, Uranblüte und Uranpecherz; der bekannteste Fundort des letzteren ist Joachimsthal, dessen Pechblende, seit den Untersuchungen der Curies zu Weltruf gelangt, schon lange zur Herstellung teurer Uranpräparate und Uranfarben verwandt wird; diese dienen bekanntlich zur Herstellung gelblich-grüner Glasflüsse für die Porzellan- und Emailmalerei. Der nach vierzigjähriger Pause in Schlaggenwald wieder aufgenommene Bergbau, der hauptsächlich auf Kupfererz, Zinnerz und Wolframit gerichtet ist, dürfte in dem anscheinend gar nicht so spärlichen Radiummaterial eine willkommene Beigabe sehen.

Zur Bildung der Zinnerzlagerstätten Schlaggenwalds nimmt Hoffmann das Aufsteigen von Fluordämpfen an, die zur Bildung von Flußspat, Apatit, Lithionglimmer, Topas, den begleitenden Mineralien der Zinnerzgänge, führten. Da die Uranmineralien mit Zinnstein oder seinen Begleitern zusammen niemals auftreten, so ist es wahrscheinlich, daß die Bildung der Urangänge zu einer Zeit geschah, wo die Zinnexhalation nicht stattfand oder vielleicht schon vorüber war. Urandämpfe erfüllten die Spalten und gaben wahrscheinlich zur Bildung des Uranpecherzes Anlaß. Dieses ist demnach als das ursprüngliche Produkt der Uranexhalation anzusehen; durch Verwitterungsprozesse, durch Einwirkung von Kalk- und Kupferbasen nebst Phosphorsäure und die aufschließende Wirkung der Kohlensäure dürften sich die weiteren Uranmineralien aus der Pechblende gebildet haben. — Großer Jubel über Radiumfunde tönte eingangs 1904 von England herüber, wo man die Abraumfelder einer Mine in Cornwallis auf dieses Mineral ausbeuten will. Da die Mine schon seit länger als einem Jahrzehnt stark uranhaltiges Erz zur Farbenfabrikation nach Deutschland sandte, so ist es immerhin möglich, daß die in großen Grundankäufen in der Umgegend sich ausdrückende Hoffnung auf reiche Radiumfunde in Erfüllung geht. 100 Tonnen der dortigen Pechblende sollen die Herstellung von $2^1/_2$ Gramm Radium ermöglichen. — Auch in Schweden will der Gelehrte Gaudin große, noch geheim gehaltene Minerallager mit radiumhaltigen Erzen gefunden haben.

Das Thorium, eines der Mineralien, die zur Herstellung der Gasglühlichtstrümpfe dienen, wird aus Monazitsanden gewonnen, die an der Küste Brasiliens vorkommen und bisher von den in Betracht kommenden Einzelstaaten als wertvolle Einnahmequelle betrachtet wurden. Im Jahre 1903 erhob die brasilianische Zentralregierung auf Grund ihres Küstenrechts Anspruch auf den Besitz der Monazitsandlager und untersagte bis zum Austrage des Rechtsstreites die Ausfuhr des kostbaren Minerals bis auf ein geringes Quantum, so daß sich aus der Befürchtung, weitere Zufuhren möchten ganz ausbleiben, bedeutende Preissteigerungen des Thoriums ergaben. Erst nach langen Bemühungen glückte es einem Amerikaner, die Erlaubnis zur Ausfuhr von weiteren 1600 Tonnen Sand zu erhalten, und da hieraus beträchtliche Posten Glühkörper hergestellt werden können, so ist der Not fürs erste abgeholfen. Wie schade, daß die Dünen der Nord- und Ostseeküsten nicht aus Monazitsand bestehen!

Über einige neue Diamantlagerstätten Transvaals berichtet der Landesgeologe A. L. Hall in Pretoria.*) Er meint, daß die Ausbeute dieser sämtlich im Pretoriadistrikt ziemlich nahe beieinander gelegenen Gruben sich 1904 noch beträcht-

*) Zeitschrift für prakt. Geologie, XII. Jahrg. 1904, Heft 4 und 5.

*) Zeitschrift für prakt. Geologie, Bd. XII, Nr. 6.

lich steigern werde, nachdem sie im Etatsjahr 1902/03 schon 33.572 Karat im Werte von nahezu einer Million Mark (£ 46.358) ergeben. Von den sechs im März 1904 in Betrieb befindlichen Gruben brachte die der Premier Diamant-Gesellschaft, obwohl ihr Ursprung erst zwei Jahre zurückdatiert, für Januar 1904 schon über 32.000 Karat im Werte von etwa 800.000 Mark Gewinn, an welcher Ausbeute allein 1000 eingeborene Arbeiter teilnehmen.

In der Umgegend von Pretoria lagert in Gestalt einer mächtigen Folge von grauen bis schwarzen leicht verwitterten Schiefern und Grauwacken die sogen. Pretoria-Serie. Graue bis weiße Quarzitbänke treten in ihr auf und geben zu drei parallelen Höhenzügen Anlaß. Die Gesamtmächtigkeit der Pretoria-Serie läßt sich auf etwa 2500 Meter schätzen. Die Diamantlagerstätten durchbrechen den obersten Quarzit dieser Schicht und die denselben begleitenden, hauptsächlich diabasartige Eruptivgesteine; sie treten teils in Form sogenannter Pipes (Pfeifen) auf, d. h. rundlicher Durchbruchsröhren eines ziemlich harten, blauen, tuffähnlichen Gesteins (der von Kimberley her bekannte „blaue Grund"), teils handelt es sich um alluviale Auslaugungen, sogen. Seifen.

Der von der Premier Diamant-Gesellschaft abgebaute Boden ließ an der Oberfläche keine Anzeichen diamantführenden Gesteins erkennen, jedoch war das Vorkommen vereinzelter Diamanten bekannt. Die Grube liegt in einem flachen, rundlichen, von Quarzit- und Felsithügeln umschlossenen Kessel; das zur Ausbeutung geeignete länglichrunde Feld ist etwa 900 Meter lang, bei 600 Meter Maximalbreite. Bis zu einer Tiefe von 30 Fuß bloßgelegt, besteht es aus sogenannten „gelbem Grund", dem Verwitterungsprodukt des tiefer gelegenen harten Gesteins, der sich bis zu einer Tiefe von etwa 45 Fuß fortsetzt, dann aber in den harten „blauen Grund" übergeht. Während ein in der Nähe des südwestlichen Grubenrandes angelegtes Bohrloch bis zu einer Tiefe von 1000 Fuß durch harten blauen Grund führte, stießen zwei andere schon bei 190 und 260 Fuß auf wertlosen Grund. Das Areal der Grube übertrifft das sämtlicher De Beers „claims" in Kimberley. Berücksichtigt man nur die 45 Fuß gelben Grundes und schätzt den Durchschnittswert eines Karats Diamant auf 24 Mark, so würde der Ertrag die Summe von rund 10,400.000 Pfund Sterl., d. i. 208 Mill. Mark, darstellen. Wenn auch der harte blaue Grund unter dem gelben zweifelsohne noch Diamanten enthält, so ist es doch möglich, daß seine Ergiebigkeit geringer als die des gelben Grundes ist. Man müßte sich diese geringere Reichhaltigkeit daraus erklären, daß im gelben Grunde eine lang andauernde Verwitterungsperiode die leichteren Bestandteile weggeführt, also den Boden zu einem aus den schwereren Anteilen bestehenden Konzentrationsprodukt gemacht hat.

Die bei seinen Untersuchungen der Transvaallagerstätten gesammelten Beobachtungen faßt Hall in folgenden Sätzen zusammen:

1. In dem Pretoriadistrikt — und zwar über einem etwa 38 engl. Quadratmeilen umfassenden Gebiete — sind bis März 1904 vier gut anstehende vulkanische Trichter von blauem diamantführenden Gestein aufgefunden worden. Der größte derselben hat einen Durchmesser von 900 Metern, der kleinste von etwa 240 Fuß.

2. In demselben Gebiete finden sich wenigstens drei Lagerstätten alluvialer (durch Fortschwemmung gebildeter) Diamantseifen, von denen zwei höchst wahrscheinlich von der Premier-Diamantlagerstätte herrühren. Eine dritte verdankt ihren Ursprung vielleicht einem noch nicht entdeckten Lager.

3. Das diamantführende Gestein hat den Charakter eines früher olivinreichen, jetzt stark serpentinisierten Peridotits; wo eine Durchbrechung von Schiefern, Quarziten u. s. w. stattgefunden hat, trägt dieses Gestein noch den Charakter einer Breccie, d. h. eines aus ihm und diesen durchbrochenen Schichten bestehenden Trümmergesteins.

Es sind nach Hall alle Aussichten auf eine noch glänzendere Zukunft der Diamantindustrie Transvaals vorhanden.

Von den Diamantenfeldern unter der glühenden Sonne Südafrikas, welch ein Sprung zu dir, „Rheingold! leuchtende Lust, wie lachst du so hell und hehr!" Noch immer, wie vor Jahrtausenden, da die Eroberung des Keltenlandes einen so bedeutenden Strom von Rheingold nach Rom lenkte, daß dort ein starkes Sinken des Goldpreises stattfand, wälzen die Wasser des herrlichen Stromes das Gold; aber die ungeheuren Mengen, welche Kalifornien, Südafrika, Australien und Alaska in den letzten fünfzig Jahren auf den Weltmarkt warfen, haben das edle Metall dermaßen entwertet, daß die Goldwäscherei am Rhein kaum noch lohnt. Bereits 1849 lieferte der Rhein an Waschgold, wie Bernh. Neumann*) nachweist, 2·6 Kilogramm, von 1850 bis 1859 wechselte der Ertrag von 8·7 bis zu 20·5 Kilogramm und 1860 bis 1869 gar von 9·8 bis 115 Kilogramm. Aber die zunehmende Stromregulierung und die Unmöglichkeit, wegen der eng eingegrenzten Lagerung der goldreichen Schicht, Maschinen an Stelle der Menschenarbeit zu verwenden, haben das Goldwaschen unergiebig gemacht; ebenso ist der stetige Wechsel der Goldgründe störend. So wird das Rheingold nie mehr die reale Bedeutung wiedererlangen, die es in den von Lied und Sage verherrlichten Zeiten des großen Völkerwanderns besessen hat.

Hat hier die Kultur hemmend auf die Ausbeutung des Goldes gewirkt, so wird vielleicht ein anderes Kulturwerk, die große sibirische Eisenbahn, dazu dienen, den sagenhaften Goldreichtum eines anderen Erdstrichs, des Altai, wieder an das Tageslicht zu ziehen. R. Brecht-Bergen schildert die Goldvorkommen des Altai nach eigenen Untersuchungen als durchaus ertragverheißend, es fehlten nur die speziellen Kenntnisse und das genügende Anfangskapital, Hindernisse, die der untrügliche Spürsinn der einheimischen Goldsucher nicht überwinden kann. Unberührte Goldplätze sind noch zur Genüge vorhanden, ungenügend ausgebeutete freilich auch, täglich werden neue gefunden, und

*) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 51 (1903).

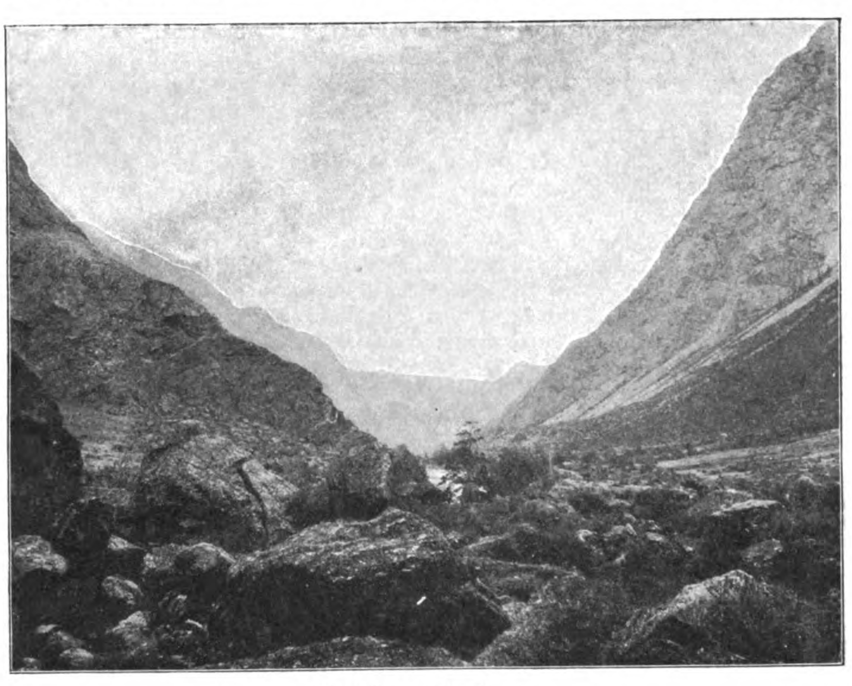
gerade die reichsten Goldlager in den Quarzadern liegen bis jetzt noch unbearbeitet da, weil die Maschinen zum Zerstampfen der Felsart das Betriebskapital noch erhöhen würden.

Die Goldplätze des Altai liegen hauptsächlich im Südosten des Gebirges, wo sie sich zwischen Ob und Jenissei von der sibirischen Bahn im Norden bis zu den Tschuisker Alpen im Süden erstrecken. R. Brecht-Bergen glaubt gefunden zu haben, daß das Gold nur entweder in mittelbarer Verbindung mit Syenit und Diorit durch Quarz oder in unmittelbarer Verbindung mit jenen beiden Gesteinsarten anzutreffen ist. Der Quarz, fast immer durch Eisenocker gelblich undurchsichtig gefärbt, enthält das Gold in feinen, dem bloßen Auge oft unsichtbaren, bis zu einigen Linien dicken Härchen, Adern und Fäden. Es zeigt sich in ihm meist erst nach dem Zerstampfen und dem Auswaschen des Pulvers. Dieser Goldquarz ist meist mit dem Diorit verwachsen, einem Eruptivgestein von granitartiger Struktur, dessen Feldspat (Plagioklas) fast ausschließlich grün gefärbt ist und dem Diorit bei den Goldsuchern den Namen „grüner Stein" eingetragen hat. In unmittelbarer Verbindung mit dem Syenit und Diorit zeigt sich das Gold in meist viel größerer Form, aber dafür auch unreiner, oft überzogen mit schwarzgrauem Eisenoxyd, oft in der Form goldführenden Eisenkieses, wobei auch gediegenes, sogenanntes meteorisches Eisen sich nachweisen läßt. Hier bildet das Gold Körner und Plättchen und ist offenbar aus der vollständigen Zersetzung eines reich goldhaltigen Eisenkieses hervorgegangen.

Der Einfluß des in diesen Gegenden außerordentlich starken Temperaturwechsels, besonders der gewaltigen Nachtfröste, hat das goldhaltige Geröll vom Gebirge losgerissen und in gewaltigen, ausgedehnten Schutthalden aufgehäuft, die nicht nur ganze Bergabhänge, sondern oft große Vorhügel und Berge darstellen, aus denen die letzten, noch nicht zerrütteten Muttergesteine als scharfkantige Felsblöcke hervorragen. In diesen Schutthalden findet das Gold sich am meisten da, wo der Diorit vorwaltet. Immer läßt sich schließen, daß, wo überwiegend Diorit- und Syenittrümmer mit Eisenockerquarz oder Eisenkies sich vorfinden, wir uns in nächster Nähe der natürlichen Lagerstätte des Goldes befinden. An allen Fundstellen ist die goldführende Schicht bedeckt von einer 4 bis 6 und mehr Metern mächtigen Erdlage, deren Durchforschung seitens der Goldsucher zur Auffindung des Lagers führt. Im Herbst, zur Zeit der Nachtfröste, werden trichterförmige Gruben angelegt, einige Tage dem Froste ausgesetzt, bis genügende Lockerung des Bodens eingetreten ist; dann taut man den Boden der Vertiefung durch Feuer auf, untersucht den Sand auf Goldspuren und gräbt erforderlichenfalls weiter, bis man sich über Verbreitung, Lage und Goldgehalt des Lagers klar ist.*)

Wichtiger als das Gold des Altai ist für die Welt gegenwärtig freilich die Entdeckung neuer Asbest-, Petroleum-, Asphalt-, Nitrat- und Boratlager, deren Produkte der Technik und Industrie jedenfalls unentbehrlicher sind als jenes.

Vom Asbest, dieser Seide des Mineralreichs, dem merkwürdigen Abkömmling des Serpentins und der Hornblende, sind neue mächtige Lager in Finnland aufgedeckt, welche auf lange Zeit Ersatz für die abnehmenden Fundstätten in Kanada und Italien versprechen. Das wertvolle Mineral kommt hier nicht in schmalen Adern und Säumen, sondern in ganzen Blöcken und Felsen vor, zum Teil direkt an schiffbaren Gewässern, zum Teil in geringer Entfernung vom Meere. Der Asbestverbrauch steigt von Jahr zu Jahr, immer neue Gebiete erschließen sich seiner Verwendung. Zu Dichtungen (d. h. nicht von Apoll und den neun Musen inspirierten) und Packungen, Platten, Asbesttüchern und Asbestseilen, Filtern, Asbestfarben wird der bildsame Stoff verarbeitet. Seine Unverbrennlichkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Einwirkung heißer Gase, seine Unempfindlichkeit gegen Säuren und ätzende Flüssigkeiten, sein schlechtes Leitungsvermögen für Elektrizität und Wärme, seine Formbarkeit beim Kneten mit Wasser, seine leichte Verfilzbarkeit, seine



Schutthalden in Tschuluschman.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 20.



Neigung, mit mineralischen Stoffen email- und kittartige Verbindungen einzugehen, sein geringes spezifisches Gewicht (12.000 Meter feiner Asbestfaden wiegen 1 *kg*), das sind die wichtigsten der Eigenschaften, die ihm eine so große technische Verwertung sichern. (Naturw. Wochenschr., Bd. III, Nr. 15.)

Deutsches Petroleum beschäftigt die Hoffnung patriotischer Gemüter immer stärker: wie schön wäre es, wenn wir uns von dem Bezuge russischen oder amerikanischen Erdöls emanzipieren und auf eigene Petroleumquellen stützen könnten! Das Auffinden der Quellen von Ölheim in Hannover in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ließ diese Hoffnungen zuerst aufflackern, aber auch schnell wieder erlöschen. Nun sind aber seit Ende des vorigen Jahrhunderts am Südrande der Lüneburger Heide längs der Aller, namentlich bei Wietze und Steinförde, Arbeiten zur Gewinnung von Erdöl mit stetig steigendem Erfolge betrieben worden. Siebzehn Gesellschaften sind mit der Aufsuchung und Gewinnung von Petroleum beschäftigt, mehrere 100 Bohrlöcher sind entstanden und die preußische Regierung schickt sich an, zur Verhinderung von Raubbau das Erdöl unter das Berggesetz zu stellen.

Während noch im Jahre 1898 die Erdölproduktion des Elsaß 90 Prozent der gesamten Petroleumernte Deutschlands betrug, haben im Jahre 1903 die Werke von Wietze und Steinförde 40.000 Tonnen im Werte von mehr als 3 Mill. Mark gefördert. Es sind dabei die Öle der „oberen Ölzone" und die der erst kürzlich erbohrten „zweiten Ölzone" zu unterscheiden. Das obere Öl wird nach Abtreibung des Benzins und des Leuchtöls fast ausschließlich als Waggonschmieröl gebraucht; die Öle der zweiten Zone sind erheblich leichter und reicher an Leuchtöl.

Hinsichtlich der Entstehung des Petroleums neigt man jetzt allmählich der Ansicht zu, daß es dem Fette verendeter Seetiere seine Entstehung verdankt. Für das nordwestdeutsche Erdöl scheint nach Dr. **Odernheimer** festzustehen, daß sein Ursprung in Schichten zu suchen ist, die älter sind als unterer Lias, und daß das Petroleum in allen diesen Gebieten zugleich mit Salzwasser emporsteigt und die angrenzenden Schichten tränkt, was man auch bei der galizischen und rumänischen Erdölindustrie beobachtet hat. (Naturw. Wochenschr., Bd. III (1904), Nr. 38.)

Strittig wie die Entstehung des Petroleums war lange Zeit auch der Ursprung des **Asphalts**, dessen Auftreten und chemische Zusammensetzung sehr wechselnd und mannigfaltig ist, was schon die verschiedenen Namen, Naphtha, Ozokerit, Bergteer, Erdpech, Asphalt, andeuten. Gegenwärtig sieht man ihn meist als ein Oxydationsprodukt des Petroleums an. Sein Auftreten nahe der Oberfläche und in feinporigen Gesteinen, in denen eine ausgedehnte Berührung mit der Luft möglich ist, ferner die Erscheinung, daß die oberen Petroleumschichten wesentlich dickflüssiger sind als die tieferen, spricht dafür, daß das Bitumen in Form leichtflüssiger Stoffe aus der Tiefe aufstieg und in höheren Schichten durch Berührung mit lufthaltigen Wässern oder anderen atmosphärischen Einwirkungen allmählich bis zur Dicke des Asphalts oxydiert wurde. Indem dieser die Poren des Gesteins, in dem er entstanden ist, verstopft, schließt er die oxydierenden Einflüsse ab und bildet so das Endglied des Vorganges.

Eine weit größere Bedeutung als das im Toten Meer und dem berühmten Asphaltsee auf Trinidad schwimmende Erdpech oder der gangförmig in Gesteinsklüften auftretende reine Asphalt hat gegenwärtig der **Asphaltkalk**, ein Kalkstein, der vollständig mit Asphalt oder dem etwas weniger festen Bergteer durchtränkt ist. Zu feinem braunen Pulver zermahlen, bildet er den sogen. Stampfasphalt, der über fester Betonunterlage das Asphaltpflaster der Großstädte liefert, die Wonne der Wiener Fiakergäule und der Berliner „Weißlackierten". Fast überall, wo Petroleum auftritt, findet sich auch Asphalt als Imprägnation in Gesteinen. Doch ist die Zahl der technisch brauchbaren Asphaltkalke immerhin ziemlich beschränkt. Ein bedeutendes Vorkommen dieser Art liegt in Mittelitalien an dem terrassenförmigen Nordwestabfall des Majella-Gebirges, eines nordöstlichen Ausläufers der Abruzzen. Hier treten auf einem Gebiet von etwa 50 Quadratkilometer drei Zonen von tertiären Asphaltkalken auf, die durch Tagebau oder mittels einfacher Stollen abgebaut werden.

Neben ihren Reichtümern an Kohle, Petroleum und Metallen erfreuen die Vereinigten Staaten von Nordamerika sich gewaltiger Lager von schätzbaren Salzen, die zum Teil erst in jüngster Zeit entdeckt sind. Zu ihnen gehören die **Boratablagerungen** im Tal des Todes und der Mohavewüste, zwei der schauerlichsten Einöden im Südosten Kaliforniens. Der Borax kommt hier in einer regelmäßigen Schicht vor, durchsetzt von halbverhärteten Sand- und Tonbetten. Die bedeutendste Ablagerung von Borsalzen befindet sich zu Borate bei Daggett an der Kalifornischen Bahn; das hier angetroffene Mineral kommt schichtenförmig zwischen Seeablagerungen in einer Mächtigkeit von 5 bis 30 Fuß vor, es besteht aus wasserhaltigem Kalkborat (Colemanit). Die ehemaligen Seebetten und die Boratschichten lassen sich an manchen Orten meilenweit verfolgen. Die bedeutendsten Ablagerungen befinden sich im Death Valley (Todestal), wo ein an zahlreichen Stellen zu Tage tretendes Colemanitlager entdeckt wurde, das sich in einer Mächtigkeit von 4 bis 10 Fuß mindestens 25 Meilen weit erstreckt. Es müssen hier in früheren geologischen Epochen große, durch Gebirgsriegel abgeschlossene Seen bestanden haben, deren Wasser zu Zeiten verdampfte und seine mineralischen Bestandteile, Salz, Soda, Gips und Borax, zurückließ. Sand und Schlamm neuer Gewässer bedeckte die Lager später. (Pharmaceut. Zentralhalle 1903, S. 767; Gaea 1904, S. 119.)

Wie hier in den Wüsten Kaliforniens, so wird wahrscheinlich auch in der Sahara das unfruchtbare Salz neues Leben aus den Ruinen vergangener Erdepochen sprießen lassen. Die französischen Forscher und Expeditionsleiter haben daselbst südlich von Erg am Plateau von Tadmaït in einer devonischen Schicht große **Nitratlager** aufgedeckt, deren Salpeter den Eingeborenen zur Schießpulverfabrikation diente. Der Abbau wird wahrscheinlich nicht auf sich warten lassen. (Naturw. Wochenschr. 1904, S. 573.)



Energien und Stoffe.

(Physik und Chemie.)

Radium und Komp. * Verdächtige Strahlungen. * Der Weltäther und andere neue Elemente. * Die Wunder des magnetischen Feldes. * Das ideale Spektrum und das Prisma. * Vom Leben der Kristalle und Metalle.

Radium und Komp.

Kaum eine Firma ist so schnell zur Weltberühmtheit gelangt, wie Radium & Komp. Aus winzigen Anfängen hervorgegangen — das ursprüngliche Betriebskapital betrug wenige Milligramm — hat sie es verstanden, teils durch eigene Tüchtigkeit, teils durch ein wenig Reklame, die breitesten Schichten des Publikums für sich zu interessieren. Sie hat nicht nur auf der Weltausstellung zu St. Louis geglänzt; sie beschäftigt nicht nur zahlreiche Jünger der Minerva, darunter berühmteste Namen, sie hat sogar die Dichter begeistert, den Pegasus zu satteln und in ihren Dienst zu stellen.*) Kein Geringerer als Edwin Bormann, der berühmte Landsmann Bliemchens, hat ein Lied zum Preise des Radiums gesungen, das wir unseren Lesern um keinen Preis vorenthalten möchten. Hier ist es:

Reib' dir die Hände, Publikum,
Nun ist entdeckt das Radium!
Ein braves Forscherehepaar
Zog es ans Licht mit Haut und Haar.

Was ist denn nur das Radium?
Vernimm es, Welt, bewund'rungsstumm:
Ein neugebackn'es Element,
So zapp'lig, wie man keins noch kennt.

Was tut es denn, das Radium?
Es wirft beständig um sich 'rum
Und fliegt dabei, wer weiß wie weit,
In weniger als keiner Zeit.

Und wie verhält sich's Radium?
Es wirft Naturgesetze um;
Die Wissenschaft gerät dabei
In kolossale Wackelei.

Und wie benimmt sich's Radium?
Es neckt sich mit den Menschen 'rum,
Und wer's zu streicheln sich getraut,
Dem zieht es Blasen auf der Haut.

So tückisch ist das Radium?
O, nehmt den kleinen Scherz nicht krumm!
Im Heilen auch, hat man heraus,
Sticht's manchen Sanitätsrat aus.

So ist's ein Arzt, das Radium?
Gewiß, verehrtes Publikum;
Es lehrt die Blinden wieder seh'n,
Wohl nächstens auch die Krüppel geh'n.

*) Daß sie sich, wie jeder neu aufblühende Zweig der Wissenschaft, auch ein neues Organ geschaffen hat, ist eigentlich selbstverständlich; es ist das seit Mitte 1904 erscheinende „Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik" (Hirzel, Leipzig).

Was kann's denn noch, das Radium?
Es wärmt auch, liebes Publikum;
Daß bald die Welt den Kohlenmann
Und denn des Koks missen kann.

Sonst nichts? Ei doch, das Radium
Photographiert im Finstern 'rum
Und macht mit ries'ger Vehemenz
Den Röntgenstrahlen Konkurrenz.

Kurzum, es ist das Radium
Ein Mobile perpetuum,
Ein Stoff von höchst verschmitzter Art,
Ein zweiter Doktor Eisenbart.

Mir aber geht das Radium
Beständiglich im Kopf herum.
Vielleicht fällt für die Poesei
Auch etwas Schönes ab dabei!

Hätt' ich ein Stückchen Radium,
Ich gäbe sonst etwas darum,
Ich richtet's ab zum Dichten mir
Und sparte Tinte und Papier.

Gewiß interessiert es den Leser, die Mitglieder unserer berühmten Firma einmal vollzählig beieinander zu sehen. Es sind folgende:

1. Alle Uranmineralien und auch alle gereinigten Thorverbindungen. Von ihnen ging die Entdeckung der neuen Strahlung, der Radioaktivität, aus. Fluoreszierende Substanzen, z. B. Uraniumsulphat, auf eine vor Licht geschützte photographische Platte gebracht, bewirkten eine bei der Plattenentwicklung hervortretende Schwärzung der Platte, welche ungefähr der Projektion des Minerals entsprach. Das Uransalz hatte also eine Strahlung entsendet, die im stande war, die undurchsichtigen Hüllen um die Platte zu durchdringen und letztere zu belichten.

2. Das von dem „braven Forscherehepaar" Curie aus Pechblende dargestellte Radium, ein Stoff mit charakteristischem Spektrum, der sich chemisch analog dem Baryum, einem im Schwerspat entdeckten goldgelben Metalle, verhält. Reines Radium soll 100.000 mal stärker aktiv sein als Uran. Es ist in der Pechblende nur in minimalen Mengen vorhanden. Mehrere Waggonladungen dieses Minerals, die von Joachimsthal nach Paris gingen, ergaben nur wenige Zehntelgramm Radium. Diese Substanz ist deshalb augenblicklich die wertvollste auf Erden. Ein Gramm Radiumbromid, einer sehr wirksamen Radiumverbindung, kostet gegen 40.000 Mark. Die Curies hatten zu ihren epochemachenden Untersuchungen nur Milligramme angeblich reinen Radiums zur Verfügung.

3. Polonium, ebenfalls aus Pechblende von den Curies gewonnen, entspricht in seinem chemischen Verhalten dem Wismut.



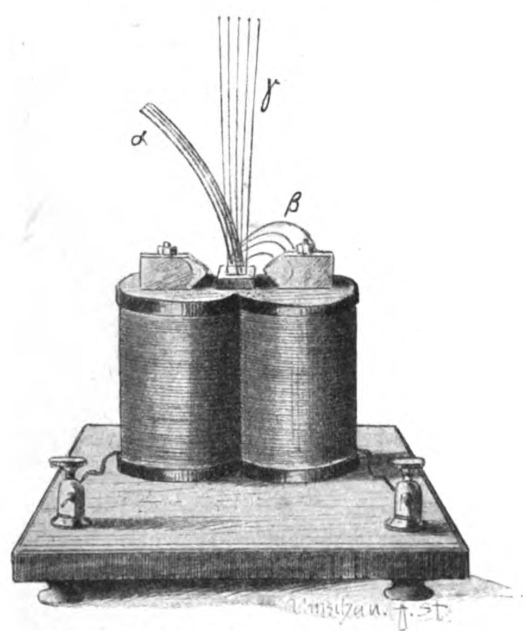
4. Actinium, ein von Debierne dargestellter Körper, von dem aber noch nicht sicher nachgewiesen werden konnte, daß er nicht mit dem Thor identisch ist. Seine Aktivität ist 5000 mal stärker als die des Uran.

5. Radioblei, ein von Hofmann dargestellter aktiver Stoff.

6. Ein dem Lanthan verwandter, von Giesel dargestellter Körper, der aber hauptsächlich Emanation zeigt.

7. Auch Ozon und Wasserstoffsuperoxyd kann man zu den radioaktiven Substanzen rechnen.

Durch alle diese primär radioaktiven Stoffe kann in anderen Substanzen Radioaktivität hervorgerufen



Ablenkung der Radiumstrahlen durch den Elektromagneten.

oder induziert werden, und diese durch die bloße Nähe radioaktiver Substanzen induzierte Aktivität kann in ihnen stunden- bis wochenlang erhalten bleiben, was freilich gegenüber den gewaltigen Zeiträumen, durch welche primär aktive Substanzen Energie ausstrahlen, wenig sagen will.

Eine ausgezeichnete Zusammenfassung dessen, was über die radioaktiven Vorgänge bisher ermittelt ist, hat das Ehepaar Curie gegeben.*)

Als radioaktiv bezeichnet man die Substanzen, welche die Fähigkeit besitzen, spontan (ohne Anstoß von außen) und dauernd gewisse nach ihrem Entdecker Becquerelstrahlen genannte Strahlen auszusenden. Diese Strahlen wirken auf die photographische Platte, machen die Gase, z. B. die atmosphärische Luft, welche sie durchsetzen, elektrisch leitend und vermögen schwarzes Papier und Metall zu durchdringen. Sie werden nicht reflektiert, nicht gebrochen und nicht polarisiert.

Der am besten erforschte radioaktive Körper ist das Radium. Man weiß heute, daß es eine Gesamtheit von Strahlen verschiedener Natur aussendet, welche in drei Gruppen zusammengefaßt werden können. Man bezeichnet diese drei Strahlengruppen durch die Buchstaben α, β und γ. Die Wirkung des Magneten auf sie gestattet, sie zu unterscheiden — denn sichtbar werden sie dem Auge natürlich nicht. In einem starken Magnetfelde werden die α-Strahlen ein wenig von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt, und die Ablenkung geschieht in gleicher Weise wie für die „Kanalstrahlen" Goldsteins in Vakuumröhren; im Gegensatz hiezu werden die β-Strahlen wie die Kathodenstrahlen abgelenkt, während die γ-Strahlen sich wie Röntgenstrahlen verhalten und nicht abgelenkt werden.

Die interessanteste Strahlungsart sind die β-Strahlen des Radiums. Sie bilden, analog den Kathodenstrahlen, eine heterogene, in sich nicht gleichartige Gruppe, deren Strahlenarten sich voneinander durch ihr Durchdringungsvermögen und ihre Ablenkung im Magnetfelde unterscheiden.

Gewisse β-Strahlen werden von einem einige Hundertstel Millimeter dicken Aluminiumblättchen absorbiert, während andere unter Diffusion (mit Zerstreuung verbundener Zurückwerfung) mehrere Millimeter Blei durchdringen.

Wir erzeugen mittels eines Stückchens Radium und eines durchlochten Schirmes, der schon gewisse Strahlenarten zurückhält, ein geradliniges Bündel Becquerelstrahlen. Erregen wir dann ein gleichförmiges magnetisches Feld senkrecht zur Richtung des Strahlenbündels, so krümmen sich die β-Strahlen und beschreiben Kreisbögen in einer Ebene senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes. Die durchdringenden Strahlen werden am wenigsten abgelenkt. Fängt man das abgelenkte Strahlenbündel mittels einer photographischen Platte auf, so bildet die Strahlenwirkung auf dieser ein richtiges Spektrum, in welchem die verschiedenen β-Strahlen ihre Wirkung getrennt zur Geltung bringen.

Man kann annehmen, daß die β-Strahlen aus Projektilen (Elektronen) bestehen, die negativ elektrisch geladen sind und vom Radium aus mit großer Geschwindigkeit fortgeschleudert werden. Aber nicht nur die zwischen den Magnetpolen ausgespannten Kraftlinien (magnetisches Feld), sondern auch das elektrische Feld lenkt die β-Strahlen ab, und es ist interessant, die Wirkung der beiden Felder, allein und verknüpft, auf die Strahlen zu studieren, wie das Kaufmann mit Hilfe der photographischen Platte getan hat.

Bei Abwesenheit der beiden Kraftfelder ist der Eindruck des Strahlenbündels auf die Platte ein kleiner kreisrunder Fleck. Wirkt das Magnetfeld allein, so erzeugen die verschiedenen β-Strahlen, welche ungleich abgelenkt werden, aber in einer Ebene normal zum Felde bleiben, auf der Platte einen Eindruck in Form einer geraden Linie. Wenn das elektrische Feld allein wirkt, so erzeugen die ungleich abgelenkten Strahlen auf der Platte einen geradlinigen Eindruck, der senkrecht zu dem eben erhaltenen ist. Wenn die beiden Felder gleichzeitig

*) P. Curie, Neue Untersuchungen über Radioaktivität, Physik. Zeitschrift 5. Jahrgang, Nr. 11 u. 12. Frau Curie, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen. Heft 1 der Publikation „Die Wissenschaft" (Vieweg u. S., Braunschweig).

wirken, so ist der Eindruck auf der Platte eine Kurve, von der jeder Punkt einer verschiedenen Art von β-Strahlen entspricht.

Gewisse β-Strahlen haben eine der Lichtgeschwindigkeit nahekommende Bewegung. Begreiflicherweise müssen mit solcher Geschwindigkeit beseelte Geschosse, wenn sie sehr klein sind, der Materie gegenüber eine sehr große Durchschlagskraft haben.

Die α-Strahlen des Radiums sind dagegen sehr wenig durchdringungsfähig: ein Aluminiumblättchen von einigen Hundertsteln Millimeter Dicke absorbiert sie fast vollständig. Dasselbe tut die Luft, so daß sie die Luft bei Atmosphärendruck*) auf eine Entfernung von mehr als 10 Zentimetern nicht durchdringen. Die α-Strahlen bilden den wichtigsten Teil der Radiumstrahlung in Rücksicht auf die Größe der Ionisierung, die sie in der Luft hervorruft. Sie werden zwar durch die stärksten elektrischen und magnetischen Felder sehr wenig abgelenkt, unterscheiden sich aber von den ebenfalls nicht ablenkbaren Röntgenstrahlen durch die Absorption bei vorgeschalteten Schirmen. Beim Durchgang durch aufeinanderfolgende Schirme werden nämlich die α-Strahlen immer weniger durchdringungsfähig, während unter denselben Umständen die Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen wächst. Es scheint, daß man einen α-Strahl einem Projektil vergleichen kann, dessen Energie beim Durchgang durch jeden Schirm abnimmt. Diese Projektile sind mit großer Geschwindigkeit begabt und mit positiver Elektrizität geladen. Die Gruppe der α-Strahlen scheint homogen zu sein; denn diese Strahlen werden alle in derselben Weise durch das Magnetfeld abgelenkt und geben alsdann kein ausgebreitetes Spektrum auf der Platte wie die β-Strahlen. Ihre Geschwindigkeit ist 20 mal schwächer als die des Lichtes.

Die α-Strahlen sind es, die in dem mit Crookes' Spinthariskop ausgeführten Versuche wirken (s. auch Jahrg. II, S. 137). In diesem Apparat wird ein winziges Bröckchen Radiumsalz (A, Bruchteil eines Milligramms) durch einen Metalldraht in geringer Entfernung von einem phosphoreszierenden Zinksulfatschirm (E) gehalten. Untersucht man in der Dunkelheit die dem Radium zugekehrte Fläche des Schirmes, so bemerkt man über den Schirm verstreut leuchtende Punkte, die an einen Sternenhimmel erinnern und fortgesetzt erscheinen und verschwinden. Nach der ballistischen oder Abschleuderungs-Theorie kann man sich vorstellen, daß jeder leuchtende Punkt, der auftritt und verschwindet, durch den Aufschlag eines Projektils entsteht. Wir hätten hier zum erstenmal eine Erscheinung vor uns, welche die individuelle Wirkung eines Atoms zu unterscheiden gestattete.

Die γ-Strahlen des Radiums sind den Röntgenstrahlen vollkommen vergleichbar. Sie scheinen nur einen geringen Teil der Gesamtstrahlung auszumachen. Es gibt γ-Strahlen von außerordentlich großem Durchdringungsvermögen und diese werden beim Durchgange durch die meisten Körper nur sehr wenig zerstreut. Lassen wir ein Bündel Becquerelstrahlen vom Radium ausgehen und begrenzen wir es durch Spalte, die aus Bleischirmen ausgeschnitten sind, so werden beim Auftreffen auf einen dünnen Schirm die α-Strahlen absorbiert, die β-Strahlen nach allen Richtungen hin zerstreut, während die γ-Strahlen den Schirm teilweise durchdringen, als wohlbegrenztes Bündel mit scharfen Rändern; sie können in dieser Weise ein dickes Glasprisma durchsetzen, ohne daß das Bündel dadurch aufhörte, geradlinig und scharf begrenzt zu sein.

Das Polonium ist eine Quelle für α-Strahlen ohne Beimischung der anderen Strahlenarten, was für gewisse Untersuchungen von Wert ist. Aber die Quelle erschöpft sich und nach Ablauf einiger Jahre hat das Polonium, wenn es von dem Mineral, in dem es enthalten war, abgeschieden ist, seine Aktivität verloren. Thor, Uran und Aktinium scheinen α- und β-Strahlen auszusenden.



Spinthariskop.

Die elektrische Ladung der Radiumstrahlen läßt sich sehr gut erweisen. Entsprechend der Annahme, daß die α-Strahlen positive, die β-Strahlen negative elektrische Ladung transportieren, laden die β-Strahlen des Radiums die Körper, von denen sie absorbiert werden, negativ. Wenn dagegen ein Radiumsalz von einer isolierenden Schicht umgeben wird, so daß die α-Strahlen nicht hinaustreten können, während es β-Strahlen noch außen aussendet, so lädt es sich positiv auf, d. h. es bleibt seine positive α-Strahlung in ihm zurück. Ein hermetisch verschlossenes Fläschchen, welches ein Radiumsalz enthält, lädt sich von selbst elektrisch wie eine Leidener Flasche. Ritzt man nach ausreichend langer Zeit mit einem Glasmesser die Wände des Fläschchens, so tritt ein Funke aus, welcher das Glas an einer Stelle durchschlägt, wo die Wand durch das Glasmesser dünner gemacht worden ist. Gleichzeitig spürt der Beobachter einen kleinen Schlag in den Fingern infolge des Durchganges der Entladung.

Daß die Becquerelstrahlen in einer großen Anzahl von Körpern Phosphoreszenz hervorrufen, ist schon im II. Jahrbuch (S. 137/138) her-

*) Der unter dem 45. Breitengrade auf dem Meeresspiegel bei 0° herrschende Luftdruck. Als Einheit gilt allgemein derjenige Druck, der einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe das Gleichgewicht hält.



vorgehoben. Die phosphoreszierenden Substanzen werden aber auch durch fortgesetzte Einwirkung der Radiumstrahlen verändert; sie werden dann weniger erregbar und leuchten schwächer unter der Einwirkung der Strahlen. Gleichzeitig verfärben und färben sich diese Körper. Glas färbt sich violett und schwarz oder braun; die Alkalisalze werden gelb, grün oder blau; durchsichtiger Quarz wird zu Rauchquarz, farbloser Topas wird gelb, orange u. s. w. Das durch Radium gefärbte Glas ist thermolumineszent (bei Erwärmung leuchtend). Erhitzt man es auf etwa 500 Grad, so sieht man es Licht aussenden, sich gleichzeitig entfärben und in seinen ursprünglichen Zustand zurückkehren; es ist nun fähig, sich unter Einwirkung von Radiumstrahlen aufs neue zu färben.

Die Radiumsalze, aus denen das Radium gewonnen wird, sind selbstleuchtend. Die größte Leuchtstärke weisen die Anhydride von Radiumchlorid und Radiumbromid auf. Man kann sie von hinreichender Leuchtkraft erhalten, um ihr Licht bei vollem Tageslicht sehen zu können; es erinnert in seiner Färbung an das des Glühwurmes und nimmt mit der Zeit ab, ohne jemals völlig zu verschwinden. Man kann annehmen, daß diese Salze sich selbst zur Phosphoreszenz erregen, durch die Einwirkung der Becquerelstrahlen, welche sie aussenden. — Ebenso sind die Radiumsalze eine dauernde Wärmequelle. Wie beträchtlich diese Wärmeentbindung ist, läßt sich schon an einem einfachen Experiment zeigen. In zwei gleiche Vakuumgefäße stellt man je ein Glasfläschchen mit 7 Dezigramm reinen Radiumbromids und irgend einer inaktiven Substanz, z. B. Chlorbaryum. Dann zeigt ein gewöhnliches in der Nähe der aktiven Substanz angebrachtes Thermometer beständig eine um 3 Grad höhere Temperatur an als das im Vakuumgefäß mit dem Chlorbaryum stehende Thermometer.

Die neueren Untersuchungen über die Radioaktivität haben sich besonders mit der sogenannten Emanation (Ausströmung) beschäftigt. Wir übergehen die einzelnen Versuche, die durch ihre Exaktheit und Kompliziertheit vielfach an das im Reiche der Adepten geübte Verfahren erinnern: Da ward ein roter Leu, ein kühner Freier, im lauen Bad der Lilie vermählt und beide dann, mit offenem Flammenfeuer, aus einem Brautgemach ins andere gequält — und halten uns an das, was diese Versuche über die Natur der Emanation ergeben haben.

Nach Rutherford ist die Emanation eines radioaktiven Körpers ein materielles Gas, das aus diesem Körper hervortritt. Es verhält sich in mancher Hinsicht wie andere Gase, weicht aber in einigen Punkten ab. So hat man z. B. bisher keinen von der Emanation ausgeübten Druck beobachtet, und ebensowenig ließ sich durch Wägung die Anwesenheit eines materiellen Gases feststellen. Auch ein charakteristisches, von ihr herrührendes Spektrum, wie es doch sonst jedes Element auch bei Anwesenheit noch so geringer Mengen erzeugt, ließ sich bisher mit Sicherheit nicht entwerfen. Alle unsere Kenntnisse über die Eigenschaften der rätselvollen Ausströmung verdanken wir Messungen der von ihr erzeugten Radioaktivität.

Als gewöhnliches materielles Gas könnte man übrigens die Emanation auch deshalb nicht ansehen, weil sie von selbst aus einer versiegelten Röhre, in der sie eingeschlossen war, verschwindet. Die Schnelligkeit dieses Verschwindens ist völlig unabhängig von der Anordnung des Versuches, besonders von der Temperatur. Auch geht die Emanation mit äußerster Leichtigkeit durch die feinsten Löcher und Spalten fester Körper hindurch, da, wo unter denselben Bedingungen die gewöhnlichen materiellen Gase nur mit sehr großer Langsamkeit sich zu bewegen vermögen.

Sehr merkwürdig ist ferner, daß alle möglichen Bemühungen, die Emanation zu irgend einer chemischen Verbindung zu veranlassen, ihm überhaupt eine chemische Wirkung zu entlocken, fruchtlos geblieben sind. Rutherford erklärt diese Tatsache dadurch, daß die Emanationen Gase aus der Familie des Argon, jenes chemisch höchst indifferenten Bestandteiles der Luft, sind.

Derselbe Forscher nimmt an, daß das Radium sich von selbst zerstört, und daß die Emanation eines seiner Zerfallsprodukte sei. Ein anderes dieser Zerfallsprodukte wäre das Helium, über dessen Entstehung aus Radium schon im II. Jahrbuch (S. 137) kurz berichtet worden ist.*)

Um diese für die grundlegendsten Fragen der Erkenntnis wichtige Vermutung zu bestätigen oder zu widerlegen, haben Sir W. Ramsay und F. Soddy eine Reihe weiterer Versuche über die Entwicklung von Helium aus Radium angestellt. Aus zwanzig Milligramm Radiumbromid, die in abgekochtem Wasser aufgelöst waren, wurde das Gas, etwa ein halber Kubikzentimeter, gesammelt, in einen völlig luftleer gemachten Miniaturapparat gebracht und hier in einer Vakuumröhre ins Glühen versetzt. Es zeigte sich im Spektrum des Gases die gelbe, für Helium charakteristische Linie D^3, wie durch ein mit wirklichem Helium entworfenes Vergleichsspektrum zweifellos festgestellt wurde. Bei einem zweiten Versuche, der mit einem etwas größeren Quantum Gas angestellt wurde, zeigte sich die D^3-Linie anfangs nicht. Am nächsten Tage sah man sie, aber sehr schwach; ihre Stärke nahm von Tag zu Tag zu, und nach fünf Tagen waren sowohl die gelben, grünen und zwei blaue Linien, als auch die violette Linie des Heliums sichtbar; ihre Identität wurde mittels eines Vergleichsspektrums erwiesen. Die nächsten Versuche hatten ähnliche Ergebnisse, so daß wohl an der Umwandlung eines Teiles des Radiums in Helium kaum noch gezweifelt werden kann.

Das Radiumatom ist also nicht, wie man das von einem Atom bisher annahm, unverwandelbar, sondern zerfällt und entwickelt dabei beträchtliche Energie. Auf ihre Experimente gestützt, behaupten Ramsay und Soddy:

1. Daß bei jedem Zerfall nur eine Partikel vom Atom ausgesandt wird;

2. daß der größte Teil der Zerfallsenergie in Form von kinetischer Energie der α-Strahlung auftritt;

*) Physikalische Zeitschrift, 5. Jahrg. (1904), Nr. 15.

3. daß die Emanation ein einatomiges Gas ist.*)

Früher wußte man nichts von einer den Atomen selbst innewohnenden Energie. Man verstand unter Atom etwas absolut Stabiles, Unveränderliches, und konnte nicht ahnen, daß einmal eine Zeit kommen würde, in der sich ein etwaiger Energieinhalt der Atome offenbaren würde. Während man früher die innere Energie eines Atomes gleich Null ansah, zeigt sich nun, daß sie einen beliebig großen Wert haben kann, und zwar ist dieser, wie E. Bose nachweist, von der Temperatur unabhängig. Die Becquerelstrahlung eines Radiumpräparates z. B. ist weitgehend unabhängig von der Temperatur, sowohl in flüssiger Luft (— 195 Grad) als auch beim Erwärmen bleibt die Strahlung dieselbe.

Nachdem man schon vor Jahrzehnten das Helium in der Sonnenatmosphäre entdeckt hat, im Bereich der Erde aber nicht auffinden konnte, darf man nun, da die Umwandlung von Radium in Helium feststeht, folgern, daß auch Radium in der Sonne vorhanden sein muß. Da dieses nun ein Körper von so außerordentlicher Energiestrahlung ist, so läßt sich annehmen, daß mindestens ein Teil der Sonnenstrahlung nicht durch die Zusammenziehung des Sonnenballs, sondern durch das dort vorhandene Radium gedeckt wird. W. F. Wilson hat sogar, gestützt auf bestimmte Rechnungen, gezeigt, daß die gesamte Wärmestrahlung der Sonne durch Radium bestritten werden könne, ohne daß dessen Menge auf der Sonne unwahrscheinlich groß zu sein brauchte. Was aber der Sonne recht ist, dürfte den Fixsternen billig sein.**) — Für die Kraft der Radiumstrahlung haben kürzlich zwei Lausanner Forscher, Ingenieur Held und Prof. H. Dufour, einen schönen Beweis geliefert, indem sie Radiumstrahlen durch eine polierte Granitplatte von nahezu zwei Fuß Dicke, desgleichen durch Stahlplatten von 1 Zentimeter Dicke hindurch auf ein allerdings sehr lichtempfindliches photographisches Papier wirken ließen.

Über das Spektrum der Radiumemanation, das, wie oben bemerkt, noch nicht zuverlässig festgestellt war, haben Sir W. Ramsay und Prof. J. Norman Collie eine Reihe sehr mühevoller Untersuchungen ausgeführt, deren Ergebnis hier mitgeteilt sei.

Wenn man von „Radiumemanation" spricht, so ist das eine Art Verlegenheitsausdruck; es ist nunmehr genügende Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß diese Emanation ein Element ist, das Wort im üblichen Sinne genommen; freilich nur ein vergängliches Element, das man richtiger vielleicht als Mischung bezeichnete; aber wovon? Es verhält sich hinsichtlich der Leidenschaft, mit der es sich während seiner freiwilligen Veränderung teilt, und hinsichtlich der besonderen elektrischen Erscheinungen, die seine Verwandlung begleiten, völlig abweichend von jedem bekannten Gemisch. Es gehört zu den Gasen, es folgt dem Boyleschen Gesetz (Druck und Volumen — Raumausfüllung — eines Gases sind bei gleichbleibender Temperatur umgekehrt proportional). Wie Rutherford und Soddy gezeigt haben, gleicht es den Gasen der Argongruppe hinsichtlich seiner Unlust, chemische Verbindungen einzugehen; denn es widersteht nicht nur der anhaltenden Einwirkung rotglühenden Magnesiums, welches sogar Argon in geringen Mengen langsam aufsaugt, sondern auch fortdauernder Behandlung mit Sauerstoff in Gegenwart von Ätzkali. Sein Molekulargewicht liegt nahe bei 200, und wenn es ein einatomiges Gas wäre, drückte diese Zahl zugleich auch ungefähr sein Atomgewicht aus.

Es erscheint nun ratsam, einen Namen zu erfinden, der seine Herkunft ins Gedächtnis ruft und zugleich durch seine Endung den radikalen Unterschied ausdrückt, der zweifellos zwischen ihm und anderen Elementen besteht. Da es dem Radium entstammt, könnte man es einfach Exradio nennen. Findet es sich, daß die dem Thorium zugeschriebene Emanation wirklich diesem Element entstammt und nicht irgend einem anderen, das dem Thor in außerordentlich kleinem Betrage beigemischt ist, so könnte es in ähnlicher Weise als Exthorio bezeichnet werden, und ebenso könnte ein Exactinio getauft werden. Es ist nicht gerade wahrscheinlich, daß andere entdeckt werden sollten; geschähe es aber, so könnte auch bei ihrer Benennung derselbe Grundsatz befolgt werden.*)

Daß das Radium ununterbrochen verschiedene Strahlenarten, Emanation und dazu noch Wärme aussendet, anscheinend ohne an Gewicht abzunehmen, erscheint so unvereinbar mit den sonst geltenden physikalischen Gesetzen, daß die Frage nach der Quelle dieser unerschöpflich sprudelnden Energie entstehen muß. Über die Entstehung der Wärmestrahlung des Radiums hat neuerdings Lord Kelvin in der Britisch Association eine bemerkenswerte Ansicht geäußert; er sagt ungefähr:

Wenn die Wärmeaussendung des Radiums unverändert 10.000 Stunden andauert, so würde sie genügen, um die Temperatur von 900 Kilogramm Wasser um 1° zu erhöhen. Es scheint mir jedoch unmöglich, daß diese Wärme von einem Energievorrat stammen kann, welcher von 1 Gramm Radium in den 10.000 Stunden abgegeben wird; vielmehr scheint mir absolut sicher zu sein, daß, wenn eine solche oder auch eine geringere Wärmeaussendung Monat für Monat vor sich gehen kann, in irgend einer Weise Energie von außen zugeführt werden muß, um die Wärmeenergie zu liefern, welche in das Material des Wärmemeßapparates (Kalorimeters) hineingelangt.**) Ich wage zu ver-

*) Physikal. Zeitschrift, 5. Jahrgang (1904), Nr. 13.

**) Wie groß die Radiummenge der Erde sein könne, hat C. Liebenow in einer kleinen Abhandlung (Physik. Zeitschr. 5. Jahrg., Nr. 20) untersucht. Die von der Erde beständig abgegebene Wärme steigt im wesentlichen als ein konstanter Wärmestrom aus der Tiefe empor, eine Tatsache, die sich in der sogen. geothermischen Tiefenstufe, dem Wärmerwerden des Erdkörpers nach innen zu, kundgibt. Soll diese Wärmemenge durch Radiumausstrahlung stetig ersetzt und die Temperatur im Erdinnern konstant erhalten werden, so sind dazu höchstens 2.10^{14} Gramm Radium erforderlich, da andernfalls die Erdtemperatur beständig wachsen müßte. Das würde bei gleichmäßiger Verteilung für den Kubikmeter Erdmasse nur ein Fünftausendstel Milligramm Radium ergeben.

*) Proceedings of the Royal Soc., vol. 73, Nr. 495.

**) Curie fand bei gewöhnlichen Temperaturen eine Wärmeemission von 90 Kalorien per Gramm und Stunde, Dewar und Curie bei der Temperatur des flüssigen Sauerstoffs eine solche von 38 Kalorien.



muten, daß Ätherwellen dem Radium irgendwie Energie liefern, während es Wärme an die ponderable Materie der Umgebung abgibt. Denken wir uns ein Stück schwarzes Tuch hermetisch in einen Glaskasten eingeschlossen und in ein der Sonne ausgesetztes Glasgefäß mit Wasser gesenkt, und denken wir uns einen gleichen Glaskasten mit weißem Tuch in ein ebensolches Glasgefäß mit Wasser versenkt und gleicherweise den Sonnenstrahlen preisgegeben; dann wird das Wasser in dem ersteren Glasgefäß stets sehr merklich wärmer sein als das Wasser in dem zweiten. Dies ist analog dem ersten Experiment Curies, als er die Temperatur eines Thermometers, neben dessen Kugel ein kleines Röhrchen mit Radium lag, in einem kleinen Behälter aus weichem Material beständig ungefähr 2° höher fand, als die eines anderen gleichen, ähnlich umschlossenen Thermometers mit einem Glasröhrchen ohne Radium. Durch Beobachtung der Temperatur des Wassers in unseren beiden Glasgefäßen kann eine kalorimetrische Untersuchung ausgeführt werden, welche zeigt, wieviel Wärme stündlich von dem schwarzen Tuch an das umgebende Glas und das Wasser abgegeben wird. Hier haben wir Wärmeenergie, die dem schwarzen Tuche von den Wellen des Sonnenlichts mitgeteilt und als thermometrische Wärme an das Glas und das Wasser abgegeben wird. Somit haben wir wirklich Energie, die durch das Wasser nach innen wandert kraft der Lichtwellen und wieder nach außen durch denselben Raum vermöge Wärmeleitung. Meine Vermutung bezüglich des Radiums mag für gänzlich unannehmbar gehalten werden; aber man wird zugeben, daß Versuche angestellt werden müssen, in denen man die Wärmeaussendung von Radium, das gänzlich mit dickem Blei umgeben ist, also möglichst wenig Sonnenenergie aufnehmen könnte, vergleicht mit der Emission, die man mittels der bisher benutzten Umhüllungen gefunden hat. — Über die Ausführung solcher Versuche, die den Schleier des Geheimnisses der Radioaktivität etwas lüften könnten, wird man hoffentlich bald hören. Indessen müssen wir unsere Aufmerksamkeit noch einigen anderen geheimnisvollen Strahlungen zuwenden.

Verdächtige Strahlungen.

Es läßt sich nicht leugnen: die Sache mit den unsichtbaren Strahlen fängt an, unheimlich zu werden. Zwar sagen die Physiker, wenn man zu zweifeln wagt, nicht geradezu wie Gretchen: Das ist nicht recht, du mußt daran glauben; aber man möchte doch auch gern sehen oder fühlen, und da dieses Verlangen nur in den seltensten Fällen befriedigt werden kann, so bleibt es eben beim Zweifeln oder beim Glauben. Wir Deutschen haben bekanntlich angefangen, haben die Entdeckungen auf diesem anscheinend grenzen- und uferlosen Gebiete durch die Auffindung der Hertzschen Wellen und der Kathodenstrahlung eingeleitet. Die Franzosen folgten mit den Becquerelstrahlen und der Entdeckung der radioaktiven Stoffe, in deren Erforschung jetzt freilich England und Nordamerika sich an die Spitze drängen. Dafür hat Frankreich sich aber etwas ganz Apartes vorbehalten, die Nancy- oder N-Strahlen, die Entdeckung Blondlots, über die im vorigen Jahrgang (S. 128) schon verschiedenes berichtet werden konnte. Wir werden auf Blondlots weitere Forschungen noch zurückkommen und berühren hier zunächst einen Vorgang, den man als N-Strahlung lebender Organe bezeichnen kann.

Charpentier und E. Meyer haben mit Hilfe der phosphoreszierenden Stoffe, welche uns die Anwesenheit von N-Strahlen durch ihr Aufleuchten verraten, entdeckt, daß der menschliche, tierische und pflanzliche Organismus im normalen Zustande Strahlen aussendet, die denen Blondlots jedenfalls nahe verwandt sind. Das Aufleuchten einer dünnen Schicht phosphoreszierenden Schwefelkalziums in der Nähe der lebenden Organe läßt das Vorhandensein dieser Strahlung erkennen. Im menschlichen und tierischen Körper sind es namentlich die Muskeln und Nerven, welche, besonders im Zustande der Erregung, deutlich strahlen. Da die Versuche auch mit einem Frosche gut gelingen, selbst wenn die Phosphoreszenztafel eine höhere Temperatur hat als der Kaltblütler, so hält Charpentier es für ausgeschlossen, daß es sich hier nur um eine Wirkung von Wärmestrahlen handeln könne. Das Gehirn erwies sich als die stärkste Quelle dieser physiologischen Strahlung.

Charpentier glaubt (!) sogar, daß auch der nicht ausgesprochene Gedanke sich nach außen durch die vermehrte Strahlung des Gehirns zu erkennen gibt, so daß von dieser Seite her eine Art von „Gedankenlesen" sich entwickeln könnte. Wenn bisher andere Leute, z. B. große Philosophen, diesem Glauben Ausdruck gaben und seine Richtigkeit mit hunderten von Beispielen bewiesen, wurden sie von den Physikern stets herzhaft ausgelacht; und nun? Ja, Bauer!

Während die von den Muskeln, namentlich vom Herzen, ausgehenden Strahlen sich wie reine N-Strahlen verhalten, unterscheidet sich die von nervösen Elementen ausgehende Strahlung von ihnen besonders dadurch, daß sie von reinem Wasser und Blei nicht völlig, von einem 0·5 Millimeter dicken Aluminiumblech völlig absorbiert wird. Bei Pflanzen zeigt sich die gleiche Strahlung besonders in der Nähe der Blätter und Wurzeln.*)

Merkwürdige Entdeckungen hat Herr Blondlot über die von ihm als N-Strahlen bezeichnete Strahlungsart gemacht (s. Jahrb. II, S. 128). Wenn er die als Quelle dieser Strahlen benutzte Auerlampe, deren Strahlen von einer Quarzlinse auf einen phosphoreszierenden Schirm geworfen und konzentriert wurden, auslöschte und entfernte, so sah er die Wirkung der N-Strahlen sich trotzdem weiter fortsetzen und erst nach 20 Minuten verschwinden. Er überzeugte sich bald davon, daß die Quarzlinse N-Strahlen der Auerlampe aufgespeichert hatte und allmählich an den Schirm abgab. Nicht nur an anderen Quarzstücken, auch an Gold, Silber, Platin, Blei, Zink und anderen Metallen ließ sich diese Aufspeicherung der Blondlot-Strahlen nachweisen, ebenso an Kalziumsulfid, wäh-

*) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 21 (nach Comptes rendus).



rend Aluminium, trockenes und angefeuchtetes Papier, Paraffin und Holz diese Fähigkeit nicht besaßen, vielleicht deshalb nicht, weil sie für diese Strahlengattung allzu durchlässig sind. Man erinnere sich in dieser Hinsicht des im II. Bande angeführten Experimentes, bei dem Holz sich für die von der Sonne ausgesandten N-Strahlen vollkommen durchlässig zeigte.

Solche von der Sonne stammenden Blondlot-Strahlen gaben Kieselsteine wieder, die um 4 Uhr nachmittags nach längerer Sonnenbestrahlung vom Hofe aufgelesen waren; sie und ebenso Stückchen von Kalkstein und Ziegeln, die auf demselben Hofe gelegen hatten, sandten spontan N-Strahlen aus und behielten ihre Wirksamkeit ohne merkliche Abschwächung vier Tage lang. Es mußte jedoch, damit diese Wirkung zu Tage trete, die Oberfläche der Körper ganz trocken sein, denn die geringste Schicht Wasser kann die N-Strahlen aufhalten, selbst das fein verteilte Wasser einer Wolke, wie das oben aus dem II. Jahrbuche erwähnte Experiment bewies, bei dem das Vorüberziehen einer Wolke an der Sonne sofort die durch die N-Strahlen der Sonne erhöhte Phosphoreszenz eines Schirmes auf das gewöhnliche Maß herabminderte.

Bei dem Studium dieser aufgespeicherten Strahlen beobachtete Herr Blondlot an einem Ziegel, dessen eine Seite vorher besonnt worden war, folgende Erscheinung: Indem er einen etwa 1 Meter entfernten, schwach beleuchteten kleinen Papierstreifen fixierte, fand er diesen heller, wenn der Ziegel mit seiner besonnten Seite dem Auge genähert wurde; wenn er den Ziegel wieder entfernte oder die nicht besonnte Seite dem Auge zuwandte, so wurde das Papier wieder dunkler. Dieser Versuch wurde mehrfach abgeändert, und immer zeigte sich, daß der von einem sehr schwach erleuchteten Objekt ausgehende sehr schwache, graue, unscharfe Lichteindruck stärker und deutlicher wurde, wenn das Auge N-Strahlen eines vorher besonnten Kiesels oder Ziegels aufnahm. Hier wirkten also die N-Strahlen nicht auf die schwache Lichtquelle, sondern auf die Netzhaut des Auges. Es könnte auffallen, daß diese Strahlen, welche sonst von den kleinsten Spuren Wasser aufgehalten werden, durch die Augenflüssigkeiten hindurch wirken, wenn man nicht durch direkten Versuch wüßte, daß salzhaltiges Wasser für N-Strahlen durchlässig ist und sie aufspeichern kann. Diese Verstärkung des Lichteindruckes schwach beleuchteter Gegenstände wurde ebenso von primären N-Strahlen, z. B. denen einer Nernstlampe, wie von den aufgespeicherten sekundären Strahlen hervorgerufen.

Bei weiterem Verfolgen dieser Untersuchungen kam Blondlot auf die Vermutung, daß Zusammenpressen bestimmte Stoffe zur Aussendung von N-Strahlen veranlassen könne. Diese Annahme bestätigte sich, als er in einer Tischlerpresse Holzstücke, Glas, Kautschuk und andere Stoffe komprimierte. Solange die Pressung anhielt, sandten diese Stoffe N-Strahlen aus, welche phosphoreszierendes Kalziumsulfid heller leuchtend machten und schwache Lichteindrücke, z. B. das verschwommene Bild eines Zifferblattes der Uhr in einem sehr schwach erleuchteten Zimmer, heller werden ließen. Ebenso entsenden nun Körper, die an sich dauernd in einem Spannungszustande stehen, wie Glasträen, gehärteter Stahl u. a., von selbst dauernd N-Strahlen. Sie verloren diese Fähigkeit, wenn man sie ausglühte, und erhielten sie durch erneutes Härten zurück. Eine 1·5 Zentimeter dicke Aluminiumplatte, eine 3 Zentimeter dicke Eichenbohle, schwarzes Papier wurde ohne Schwierigkeit durchstrahlt, und selbst Stahlwerkzeuge aus dem VIII. Jahrhundert erwiesen sich als N-Strahlen aussendend, so daß diese Eigenschaft von unbeschränkter Dauer zu sein scheint.*)

Noch merkwürdiger als diese N-Strahlen selbst, über die sich noch mehr berichten ließe, ist der Umstand, daß es einer großen Zahl von Forschern durchaus nicht glücken will, bei Nachprüfung der Versuche Blondlots und seiner Nachfolger auch nur das Allergeringste von ihnen zu entdecken. Viele von ihnen haben es deshalb schon offen ausgesprochen, daß ihnen die Entdeckungen Blondlots auf einer Selbsttäuschung des französischen Physikers zu beruhen scheinen. Aber wie wäre eine solche zu erklären? Sie könnte auf zweierlei Ursachen beruhen, auf Sinnestäuschung oder auf Übersehen des wahren Grundes der N-Strahlenphänomene und dadurch hervorgerufenen Unterschiebung einer gar nicht vorhandenen Ursache.

Auf letzteren Grund geht H. Baumhauer in einer kleinen Mitteilung (Physik. Zeitschr. V., Nr. 11) ein. Er hat gefunden, daß schon ein Biegen und Zurückschnellen des Kartonschirmes mit Sidotblende, auf dem die N-Strahlen durch Fluoreszenz sichtbar werden sollen, ein momentanes Leuchten hervorruft, ebenso Druck oder Streichen mit einem harten Körper. Waren Schirm und Auge gut ausgeruht, so leuchtete ersterer ziemlich stark bis intensiv, wenn man gegen ihn hauchte, oder wenn er auch nur in der Nähe von Mund und Nase von der ausgeatmeten Luft getroffen wurde. Es ist klar, daß gerade letzteres bei den große Aufmerksamkeit erfordernden Beobachtungen auf dem Sidotblende-Schirm häufig eintreten muß und leicht als Wirkung geheimnisvoller Strahlen gedeutet werden kann.

Aber es gibt auch noch eine andere Erklärung für das anscheinende Aufleuchten des Schirmes, und diese beruht auf der Eigenart des Auges selbst, wie Prof. Dr. Lummer nachgewiesen hat.**) Die Netzhaut des Auges enthält zweierlei Gebilde, Stäbchen und Zäpfchen. Letztere sind nach v. Kries unser farbenempfindlicher „Hellapparat", der uns bei ausreichender Beleuchtung alle Details der Färbungen unterscheiden läßt. Die Stäbchen dagegen bilden einen „Dunkelapparat", der uns im Dunkeln oder bei ganz schwacher Beleuchtung, in der man Farben noch nicht unterscheiden kann, die geringen vorhandenen Lichteindrücke vermittelt. Sie sind völlig farbenblind, aber ihre Empfindlichkeit für Licht ist im Dunkeln ganz bedeutend gesteigert, während sie im Hellen wesentlich außer Funktion treten, sobald bei einer bestimmten Stärke des Lichtreizes die Zäpfchen tätig werden.

*) Comptes rendus, Band 137 (1903), S. 729, 831 und 962.

**) Physikalische Zeitschrift, 5. Jahrg., Nr. 5. Die Umschau, 8. Jahrg., Nr. 23.



Für die Richtigkeit dieser Theorie spricht u. a. vor allem die Anordnung der Stäbchen und Zäpfchen auf der Netzhaut. In der sogenannten Netzhautgrube, mit der wir im Hellen zumeist sehen und Gegenstände fixieren, sind ausschließlich Zapfen vorhanden, keine Stäbchen. Während also dieser sehtüchtigste Teil des Auges nicht im stande ist, beim Sehen im Dunkeln die schwachen Helligkeitseindrücke wahrzunehmen, werden diese von den über die übrige Netzhaut zerstreuten und besonders in deren Randgebieten zahlreich vorhandenen Stäbchen aufgefaßt. Die verschiedene Tätigkeit der beiden Netzhautelemente hat Prof. Lummer in einer Arbeit über „Grauglut und Rotglut" früher geschildert. Er machte auf die Tatsache aufmerksam, daß ein Körper, den man im völlig dunklen Zimmer langsam von der Zimmertemperatur bis zur Glühtemperatur erhitzt, für ein völlig ausgeruhtes Auge zunächst in einem fahlen, grauen, gespenstischen Lichte erstrahlt, der Grauglut, das erst später plötzlich in die farbige Rotglut übergeht. Das „Gespenstische" der nur mit den Stäbchen wahrgenommenen Grauglut wird nun nicht bloß durch den unheimlichen farblosen Schimmer hervorgerufen, sondern, wenn das beobachtete Objekt hinreichend klein ist, in noch erheblichem Maße dadurch gesteigert, daß der fahle Schimmer stets verschwindet, sobald man ihn scharf ins Auge fassen will, d. h. mit der stäbchenlosen Netzhautgrube betrachtet. Es tritt dann der merkwürdige Zustand ein, daß wir etwas sehen, wenn wir es nicht fixieren, während wir nichts sehen, sobald wir den gesehenen Schimmer genauer betrachten wollen. Der mit diesen Vorgängen im Auge nicht Vertraute sieht sich unter Umständen zu einer fortgesetzten vergeblichen Suche nach der Lichtquelle veranlaßt, da der Schimmer vor den Augen wie ein Irrlicht hin- und herhuscht, erscheint, verschwindet, bis eine genügende Rotglut ihn den Zäpfchen sichtbar macht.

Ungefähr in derselben Lage wie dieser Gespenstierseher befand sich vielleicht Blondlot bei manchen seiner Versuche; auch hier waren alle Möglichkeiten gegeben, das von Prof. Lummer beschriebene Sehen von Irrlichtern im Zimmer herbeizuführen. Die Experimente fanden stets im völlig dunklen Zimmer statt, die dabei verwendeten Lichtquellen waren sehr klein und schwach, z. B. glühende Platinbleche, wie sie auch Lummer für seine Versuche benützte. Blondlot behauptet, daß diese, wenn sie von den vermeintlichen Strahlen getroffen wurden, stärker leuchteten, als wenn er die von ihm vermuteten Strahlen durch eine Hand oder einen Schirm abblendete, so daß sie die Lichtquelle nicht treffen konnten. Lummer vermutet nun, daß Blondlot im letzteren Falle die Lichtquelle länger und regelmäßiger fixiert hat als im ersteren Falle, was ja sehr wahrscheinlich ist und nach dem oben über die Stäbchen und Zäpfchen Gesagten zu einer verminderten Wahrnehmung der Helligkeit führen muß. Denn auch bei voller Rot- und Weißglut, die die Zäpfchen in Tätigkeit treten läßt, kann, wie Lummer gezeigt hat, das direkte Fixieren des glühenden Körpers, wenn dieser klein genug ist, die Lichtstärke der Glut weniger groß erscheinen lassen, als wenn der Körper seitlich angesehen wird, d. h. wenn die Lichtstrahlen andere Teile der Netzhaut als das zentrale Grübchen, das der Stäbchen entbehrt, treffen.

Der Weltäther und andere neue Elemente.

Eine Rettung des großen Unbekannten, auf den sich die Physiker zwecks Legitimierung ihrer Theorien und Hypothesen seit hundert Jahren unausgesetzt berufen, versucht der russische Forscher Mendelejeff, der Schöpfer des periodischen Systems der chemischen Elemente. Zwar hat schon vor Jahrzehnten Poincaré geschrieben: „Die Frage, ob der Äther wirklich existiert, ist für uns (d. h. die Physiker) von wenig Bedeutung; das zu untersuchen, ist Sache der Metaphysiker! Für uns bleibt die Hauptsache, daß alles so vor sich geht, als wenn der Äther tatsächlich vorhanden wäre." Nun aber versucht Mendelejeff gar, diesen zweifelhaften Flattergeist, dessen „Sein oder Nichtsein" eine der großen Fragen der Physik war, in sein periodisches System der Elemente (s. Jahrb. II, S. 153) einzureihen. Er prophezeit, wie vor 35 Jahren, neue Elemente und erörtert im Anschluß daran die chemische Natur des Weltäthers. Der Inhalt seiner umfangreichen Abhandlung ist in Kürze folgender:

Der Weltäther muß, vom Standpunkte des „denkenden Naturforscher-Realisten" betrachtet, stoffliche Eigenschaften besitzen, vor allem also Schwere; denn die Fähigkeit der Anziehung, d. h. das Gewicht, bildet nach Galilei und Newton die allererste Definition des Stoffes. Lord Kelvin bestimmte auf Grund verschiedener Voraussetzungen das Gewicht des Äthers auf 10.000 Billiontel ($= 10^{-16}$) Gramm für ein Kubikmeter. Er läßt jedoch offen, bei welchem Druck und bei welcher Temperatur er so viel wiege. Im interplanetaren Raume werden auch andere Gase eine so geringe Dichte haben. Es liegt der Gedanke nahe, den Äther als eine Grenzverdünnung aller bekannten Gase und Dämpfe anzusehen, doch ist diese Vorstellung unhaltbar, weil der Äther alle Stoffe durchdringt und sich überall gleich verhält.

Daß der Äther etwas durchaus Selbständiges ist, genau wie die chemischen Atome, steht für Mendelejeff außer Frage; er weist den Gedanken ab, daß der Äther etwa der noch unverdichtete Urstoff, der Rohstoff, aus dem die Atome entstanden sind, sei.

Wasserstoff besitzt unter anderen Eigenschaften auch die, Metalle durchdringen zu können. Denken wir seine Eigenschaften in erhöhter Form dem Äther zukommend, so ist seine alles durchdringende Kraft, also seine ungeheure Kleinheit und Geschwindigkeit erklärlich: für ihn ist jeder Körper ein Sieb, wie glühendes Eisen für Wasserstoff. Leider ist er deshalb auch jeder experimentellen Beobachtung unzugänglich; nicht vom unwägbaren Äther darf man reden, sondern von der Unmöglichkeit, ihn zu wiegen. Chemische Verbindungen geht er gar nicht ein und verhält sich in dieser Hinsicht wie die Elemente der Argongruppe, zu denen er überhaupt in naher Beziehung stehen muß.



Für die seltenen Luftgase dieser Elementengruppe (Helium, Argon, Krypton, Xenon, Neon) schafft nun Mendelejeff, nach dem Vorgange von Brauner, im periodischen System eine nullte Gruppe und sagt die Existenz zweier Gase, die noch leichter sind als Wasserstoff (H), in dieser Gruppe voraus. Das periodische System beginnt dann so:

Reihe	Gruppe 0		I		II	etc.
0	x					
1		y		H		
2	He		Li		Be	
3		Ne		Na		Mg
4	Ar		K		Ca	
5				Cu		Zn
6	Kr		Rb		Ir	
7				Ag		Cd
8	Xe		Cs		Ba	

In höchst origineller Weise, die wir hier leider nur im allgemeinen wiedergeben können, berechnet Mendelejeff nun aus ihrer Stellung im System die Eigenschaften der beiden unbekannten Elemente x und y; ersteres nennt er Newtonium.

Das Element y, dem im allgemeinen der Grundcharakter der Argongruppe zukommen muß, besitzt ein Atomgewicht, das natürlich kleiner ist als das des Wasserstoffes. Aus der ziemlich regelmäßigen Zunahme des Atomgewichtsverhältnisses zwischen den Anfangsgliedern in jeder Gruppe läßt sich schließen, daß das Verhältnis des Heliums zu y mindestens 10 : 1, wahrscheinlich noch größer sein wird. Da nun das Atomgewicht von Helium = 4 ist, so wird das von y nicht größer, vielleicht gar kleiner als 0·4 sein. Ein solches Analogon des Heliums müßte das Coronium der Sonnenkorona sein, welches viele Sonnenradien entfernt von der Wasserstoffatmosphäre und den Protuberanzen der Sonne auftritt. Das Element y hat die Dichte 0·2 und seine Moleküle bewegen sich 2·24 mal schneller als Wasserstoffmoleküle. Demgemäß vermag nur noch so ein Riesenkörper wie die Sonne es festzuhalten, der Anziehungskraft der Erde ist es völlig entwachsen; denn schon Wasserstoff und Helium können aus der irdischen Anziehungssphäre entspringen.

Dieses Coronium oder y kann aber noch nicht den Weltäther darstellen, weil dessen Atome den Raum frei erfüllen und überall eindringen müssen. Die höchstmögliche Zahl für das Gewicht des Ätheratoms des Elementes x ist 0·17; seine Dichte wäre dann die Hälfte dieser Zahl. Das wirkliche Atomgewicht des großen Unbekannten, des Elementes x oder des Newtoniums, berechnet Mendelejeff, wenn die Masse der Sonne zu Grunde gelegt wird, auf nicht mehr als 0·000013, die Bewegungsgeschwindigkeit seiner Moleküle auf 608.300 Meter in der Sekunde. Berechnet man diese Werte mit Rücksicht darauf, daß es Weltkörper von der 30- bis 50fachen Sonnenmasse gibt, und daß sich das Element x, als Weltäther gedacht, auch von deren Oberfläche entfernen können muß, so verkleinern sich jene Ziffern ungemein. Das Atomgewicht würde unter dieser Voraussetzung nur 0·00000096 oder rund ein Milliontel des Wasserstoffatomgewichts, die Geschwindigkeit etwa 2,240.000 Meter in der Sekunde betragen.

Diese Vorstellung von der chemischen Natur des Weltäthers führt Mendelejeff zu einer Auffassung der an den radioaktiven Stoffen beobachteten Erscheinungen, die von der üblichen sehr abweicht. Er nimmt an, daß der Weltäther, wie um die großen Weltkörper, so auch um die größten Atome eine Hülle bilde, in seiner Bewegung verlangsamt werde, lockere Verbindungen mit den Atomen eingehe und fortwährend ein- und ausstrahle. Die Lichtstrahlungserscheinungen dieser Stoffe könnten dann auf ein Ausströmen von etwas zwar Materiellem, aber der Wägung Unzugänglichem zurückzuführen sein.

Die Annahme einer Überwindung der Schwerkraft durch ein Element ist übrigens durchaus nicht neu. Schon vor mehreren Jahren ist die Ansicht aufgetaucht, daß auf den kleinsten Planeten Wasser nicht vorhanden sein könne, da auf ihnen die Schwerkraft zu gering sei, um die Molekulargeschwindigkeit des Wasserstoffes zu überwinden. Daß der Äther, als Element gedacht, eine chemische Verwandtschaft zu anderen Stoffen nicht besitzt und daher auch keine chemischen Verbindungen eingehen kann, erklärt sich aus seiner Ausdehnungskraft, die so groß zu denken ist, daß er alle Körper durchdringt; daher kann er auch nicht gewogen werden — er fällt sozusagen durch jede Wage hindurch — obwohl er in Wirklichkeit ein gewisses, wenn schon außerordentlich geringes Gewicht haben muß.*)

Kaum ist das Radium durch seine kaum noch zu bezweifelnde teilweise Umwandlung in Helium des Anspruches, ein eigentliches Element zu sein, beraubt; kaum hat Ramsay dafür die verschiedenen Emanationen der radioaktiven Stoffe als Exradio, Exthorio, Exaktinio zum Range chemischer Elemente — wenn auch vergänglicher — erhoben: so tritt schon wieder die Nachricht von einer ähnlichen Spaltung eines bisher zu den Elementen gerechneten Körpers, des Thorium, auf. Dieser Stoff, der bekanntlich in der Glühstrumpf-Industrie eine große Rolle spielt, ist von Prof. Baskerville (Universität Nord-Carolina) in zwei neue Elemente zerlegt, die der Gelehrte Berzelium (nach dem Entdecker des Thoriums) und Carolinium (nach seiner Vaterstadt) benannte.

Diese Nachricht ist, besonders hinsichtlich des radioaktiven Verhaltens der beiden neuen Elemente, noch etwas unverbürgt; sie sollen Kupferröhren, die mit Tüchern umhüllt sind, durchstrahlen, überhaupt das Radium an Strahlungskraft noch übertreffen. Unter den sogen. Edelerden befinden sich mehrere, die das gleiche Schicksal wie Thorium erlebt haben. Vor etwa zehn Jahren stellte sich z. B. heraus, daß das Didym kein Element sei, sondern aus zwei Stoffen bestehe, die nun als Neodym und Praseodym auf der Tafel der Elemente paradieren (s. II. Jahrb. S. 323). In der Mitte des 19. Jahrhunderts gelang es dem Chemiker Mosander, die bisher für ein Element gehaltene Yttriumerde in zwei Körper, das Yttrium und das Erbium, zu spalten. Spä-

*) Zeitschr. für Naturwissenschaften (Stuttgart), Bd. 76 (1904), Heft 3/5.

tere Untersuchungen ergaben, daß die Erbiumerde überhaupt aus drei Elementen bestehe und seit einiger Zeit nimmt man an, daß in den Cerit- und Yttriummineralien noch eine Reihe unbekannter Mineralien und Elemente stecke, von denen bis jetzt das Samarium fest bestimmt ist.

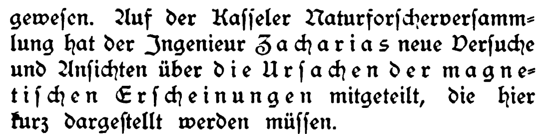
Die Priorität, die Erstentdeckung der neuen Thoriumelemente wird dem Prof. Baskerville von Prof. Brauner streitig gemacht, der sich seit einer ganzen Reihe von Jahren mit der Chemie der seltenen Erden beschäftigt und die Zerlegung des Thoriums schon in den neunziger Jahren in Angriff nahm. Er beschrieb seine Trennungsmethode schon im Jahre 1901 und behauptet, die von Baskerville angegebenen Tatsachen schon lange zu kennen. Doch sah er von weiteren Schlüssen ab, da das Studium der sehr verwickelten Spektralerscheinungen der beiden neuen Körper nur äußerst langsam fortschritt. So kam, wie so oft, der schnell zugreifende Geist dem allzu gewissenhaften zuvor.

Diese Zerlegungen von Elementen stellen uns immer wieder vor die Frage, ob die chemischen Elemente Kondensationsformen einer einheitlichen Urmaterie sind, aus der sie sich im Laufe des Weltentwicklungsprozesses gebildet, ob sie gegenwärtig unveränderlich oder noch weiter verwandelbar sind; welches Element mag dann die Urmaterie sein, Wasserstoff oder eins der neuesten angenommenen Elemente Mendelejeffs? Eine Erörterung dieser Fragen gibt im zweiten Teil seiner Schrift über das periodische System*) George Rudorf. Er sieht Mendelejeffs periodisches System nicht als ein unwiderlegbares Dogma an, sondern nur als eine vorläufige Annäherung an die wahre, natürliche Einteilung der Elemente, welche noch zu entdecken bliebe. Daß die Atomgewichte der Elemente nicht als rationale Vielfache von einander erscheinen, könne daran liegen, daß außer den Teilchen einer Urmaterie, die Rudorf annehmen möchte, etwa noch größere oder geringere Mengen der vielleicht nicht ganz gewichtlosen, den Weltraum erfüllenden Materie, welche wir als Lichtäther zu bezeichnen pflegen, in die Zusammensetzung der Atome eingreifen. Hiefür sprechen vielleicht auch die Ergebnisse der astrophysikalischen und astrochemischen Forschung, welche sich dahin zusammenfassen lassen, daß auf den heißesten Sternen nur Wasserstoff und Protowasserstoff, d. h. Wasserstoff in einem bestimmten, von Pickering auf mehreren Sternen entdeckten Vorzustande, vorherrscht, und daß mit zunehmender Abkühlung immer mehr Elemente erscheinen, bis wir auf unserer Sonne, die zu den „kältesten" Fixsternen zählt, fast alle Erdelemente antreffen.

Die Wunder des magnetischen Feldes.

Die gewaltigen Fortschritte, welche das letzte Jahrzehnt in der Erkenntnis des Zusammenhanges, fast möchte man sagen, des „Wesens" der elektrischen Erscheinung, gebracht hat, sind auch für das Nachbargebiet, den Magnetismus, ein Anstoß zu tieferem Erfassen der ihm angehörigen Phänomene

*) Das periodische System, seine Geschichte und Bedeutung für die chemische Systematik. Deutsche Ausgabe. Hamb. u. Leipz., Leop. Voß. 1904.



gewesen. Auf der Kasseler Naturforscherversammlung hat der Ingenieur Zacharias neue Versuche und Ansichten über die Ursachen der magnetischen Erscheinungen mitgeteilt, die hier kurz dargestellt werden müssen.

Zacharias erblickt die Ursache des Magnetismus in mechanischen Vorgängen. Die Kräfte, welche bei magnetischen Vorgängen wirken, können wir uns mit Hilfe eines Kartenblattes und eines Häufchens Eisenfeilspäne anschaulich machen. Legen wir zwei Stabmagnete mit den ungleichnamigen Polen einander gegenüber, bedecken die Pole mit dem Blättchen und beschütten dieses mit den Feilspänen, so ordnen sich letztere, namentlich wenn wir sie durch leichtes Erschüttern des Kartons lockern, zu krummen, vom Nordpol zum Südpol ziehenden Linien. Wie kleine Magnetnadeln stellen sie sich in die Richtung der von den Polen ausgehenden magnetischen Kräfte ein, und ihre Linien und Kurven lassen uns die Richtung dieser Kräfte an jedem Punkte des Raumes erkennen. Diese Linien werden nach Faraday magnetische Kraftlinien, der von ihnen durchsetzte und beherrschte Raum wird „magnetisches Feld" genannt.

Beschickt man eine Drahtspule mit elektrischem Strom, so bildet sich, wie man mittels der Magnetnadel oder des Kompasses nachweisen kann, an ihrem einen Ende ein Nord-, am anderen ein Südpol aus. Die Kraftlinien verlaufen dann im Innern der stromdurchflossenen Spule parallel zur Achse, biegen an den Spulenenden nach außen um und schließen sich außerhalb der Spule in zusammenhängende Kurven. Das zeigt uns das Feilspanbild des magnetischen Feldes. Ein weicher Eisenkern, in das Innere einer solchen Drahtspule gebracht, wird zum Magneten, zum Elektromagneten, wie er im Gegensatz zu dem Dauermagneten genannt wird. Den Magnetisierungsvorgang erklärt Zacharias folgendermaßen:

Beim Betrachten des Feilspanbildes eines geraden Elektromagneten sehen wir in der Richtung der Achse des Eisenkernes eine gerade Linie, um welche zahlreiche Kurven sich befinden, die zwischen den beiden Enden des Eisenkernes mehr oder weniger stark gekrümmte Bogen bilden. Je nach der aufgewendeten magnetisierenden Kraft (der Zahl der Ampèrewindungen) sind diese Bogen mehr oder weniger ausgebaucht. Das magnetische Feld nimmt im Feilspanbilde mit wachsender Kraft sichtbar an räumlicher Ausdehnung zu und mit ihr die Krümmung der Flächen, in denen sich die Feilspäne anordnen. Die elektrische Bewegung in den Drahtspulen auf dem Eisenkern erzeugt durch ihre Zentrifugalkraft eine entsprechende Bewegung sowohl des intermolekularen (in den Körpern befindlichen) wie auch des freien Äthers. Wir erhalten infolgedessen in der Mitte die sogenannte Indifferenzzone (die Stelle magnetischer Gleichgültigkeit) und an den Enden den als magnetische Kraft oder Polanziehung sich offenbarenden Ätherdruck. Die Rotation des Äthers im magnetischen Felde erzeugt auch im Eisenkern ein gewisses Äthervakuum; je höher dieses wird, um so größer ist die Kraft an den Enden des Kerns. Die Gestalt des Eisenkerns spielte für die magnetische Kraft keine besondere Rolle, sie wird beim

Hufeisenmagneten oder an Polschuhen nicht an deren Enden „verlegt“, sondern wir haben in allen Fällen das Magnetfeld als ein Rotationsellipsoid zu betrachten.

Magnetismus ist also nach Zacharias ein Bewegungsvorgang und kein Zustand, und davon macht auch der Dauermagnet keine Ausnahme. Wir entziehen beim Magnetisieren dem harten Stahl in seiner Oberfläche etwas Äther und erzeugen so einen Druckunterschied zwischen ihr und dem Innern. Wie die Bewegung des Äthers am Dauermagneten aufrecht erhalten wird, kann fraglich erscheinen. Der Unterschied zwischen Elektromagnet und Dauermagnet scheint darin zu liegen, daß bei dem ersteren eine künstliche Ätherbewegung durch den elektrischen Strom erzeugt wird, die beim letzteren durch die Eigenschwingungen der Stahlmoleküle in Verbindung mit dem zwischen ihnen enthaltenen Äther zu stande kommt. Den Zusammenhang zwischen Licht, Wärme, Elektrizität und dem Magnetismus wies Zacharias u. a. auch dadurch nach, daß er magnetische Wellen durch Prismen, Linsen und Hohlspiegel aus Eisenblech gebrochen und reflektiert werden ließ.

Im Zusammenhange mit dieser Anschauung nimmt die von Reichenbach entdeckte Od-Ausströmung des Magneten, von der Wissenschaft lange bestritten oder vernachlässigt, eine erneute Bedeutung an. Daß ein magnetischer Sinn am Menschen noch nicht entdeckt sei, fand schon 1884 Sir Will. Thompson sehr merkwürdig. W. F. Barrett, Prof. der Physik zu Dublin, hat das Vorhandensein eines solchen Sinnes an sich und anderen festgestellt (Sphinx, Bd. I, Heft 4, April 1886). Reichenbach selbst hat ungefähr 60 Personen gefunden, die ihm die eigentümliche Empfindung und die leuchtende Erscheinung des Magnetismus bezeugten; er hielt dieses Leuchten für einen wirklichen physikalischen Vorgang, der sich hauptsächlich im Dunkelzimmer beobachten lasse. Um dem Leser eine Vorstellung von dem Vorgange zu geben, sei hier einer der von der Londoner Gesellschaft für psychische Forschung 1883 angestellten Versuche beschrieben.

In einem vollständigen Dunkelzimmer der Gesellschaft war in der Mitte auf hölzernem Fuße ein mächtiger Elektromagnet aufgestellt, dessen Drähte zu einem Kommutator (Strom-Ein- und Ableiter) in einem anderen Zimmer und von dort nach einer großen Smeeschen Batterie in der Vorhalle führten. Der Kommutator arbeitete vollständig geräuschlos, so daß die im Dunkelzimmer befindlichen Versuchspersonen, zwei Männer und ein Knabe, nicht etwa aus dem Geräusch schließen konnten, ob der Strom ein- oder ausgeschaltet wurde. Die im Nebenzimmer den Umschalter bedienenden Beobachter konnten durch den Vorhang, der sie vom Dunkelzimmer trennte, die Bemerkungen der Versuchspersonen hören und notieren.

In dem Dunkelzimmer erkannten die drei Beobachter den Augenblick der Magnetisation durch das plötzliche Aufleuchten eines Glanzes über den Polen des Magneten. Ihre Beschreibung und Aufzeichnung der Lichterscheinung stimmte im allgemeinen mit den Aussagen überein, die Reichenbach berichtet, dessen Schriften die drei Personen sicherlich nicht kannten. Mit einem dieser Beobachter wurde über eine Stunde lang experimentiert und während dieser Zeit der Strom unerwartet 14 mal ein- und abgeleitet. In jedem Falle war sein Ausruf: „Jetzt sehe ich es!“ tatsächlich gleichzeitig mit der Einleitung des Stromes. Der längste Zwischenraum zwischen beiden Zeitpunkten betrug fünf Sekunden und wurde durch eine augenblickliche Ablenkung der Aufmerksamkeit des Beobachters erklärt. Etwa hundert andere Personen sind noch sorgfältig auf diese magnetischen Wahrnehmungen geprüft worden, jedoch ohne Erfolg. Wenn es also einen „magnetischen Sinn“ gibt, so ist er jedenfalls selten. Die obigen drei Beobachter behaupteten auch, daß sie gleichzeitig mit diesem Leuchten eine unbehagliche Empfindung durch den Kopf gehen fühlten, wenn sie ihn dem Magneten näherten. Dasselbe hat bei seinen Versuchen wiederholt auch Prof. Barrett gefühlt.

Welcher Art nun diese den dazu Begnadeten sichtbare „Aura“ oder dies „Fluidum“ ist, beschreibt in einem Aufsatze „Die Aura des Magneten“ Prof. Dr. A. Marques*) nach Beobachtung an einem gewöhnlichen Hufeisenmagneten.

Parallel der Oberfläche des Eisens fließt ein wellenförmiger Strom, in dem sich drei Zonen unterscheiden lassen: erstens dem Metall entlang eine parallele Zone gelben Lichtes, das sich bis zu Orange vertieft und durch welches eine regelmäßige Serie gleich weit voneinander entfernter schräger Linien von einem metallisch weißen, flammengleichen Lichte hindurchgeht; dann eine zweite Zone von fließendem tiefen Dunkelblau, durch welches parallel zu den Seiten des Metalls ununterbrochen abgerissene Linien von geraden, kurzen elektrischen Funken hindurchblitzen; über diesen beiden eine dritte Zone von fließendem metallischen Rot, an deren Rande eine fortlaufende Kante von sehr kleinen, aber regelmäßig dreieckigen Formen läuft, von demselben metallisch weißen Licht wie bei der ersten Zone.

Durch diese drei Zonen erhebt sich, weit über die höchste hinaus, vertikal vom Eisen ausströmend, ein alles überdeckender Nebel, zuerst von Reichenbach als Flammen, später als ein „dünner leuchtender Schleier, wie eine zarte, dämmergleiche Flamme“ bezeichnet. An den Polen dehnt er sich noch höher und etwas dicker aus; für manche Beobachter scheint er, nach den Zeichnungen zu urteilen, überhaupt nur da sichtbar zu sein. Wie Reichenbach bemerkt, scheinen die Ausstrahlungen des Südpols im allgemeinen weniger tätig und kürzer als jene des Nordpols.

Ob wir es auch hier, wie wahrscheinlich bei den N-Strahlen, mit Augentäuschungen zu tun haben, muß die Zukunft lehren. Daß den Dingen und selbst dem menschlichen Organismus ungekannte Kräfte innewohnen und sich an besonders dafür Begabten auf eigene Weise offenbaren, hat kürzlich Prof. E. Harnack durch zahlreiche Versuche an sich und anderen unwiderleglich bewiesen (Zentralblatt für Physiologie, Bd. 17 [1904], Nr. 22 u. folg.).

Zurückkehrend auf den festen Boden der allgemein zugänglichen Erfahrung werfen wir einen

*) Neue Metaphys. Rundschau, Bd. 11 (1904), Heft 4.

Blick auf die neuerdings mehrfach gelungene Zusammensetzung magnetischer Legierungen.*) Die Fähigkeit, magnetisch zu werden, ist außer dem Eisen, dem Nickel und Kobalt den übrigen Körpern nur in sehr geringem Grade eigen, so daß sie erst von Faraday entdeckt wurde und keine praktische Bedeutung besitzt. Das seltsam abweichende Verhalten jener drei Metalle steht im Einklang mit der Stellung, die sie im periodischen System der Elemente einnehmen; auch dort bilden sie eine in gewissem Sinne außerhalb der übrigen Reihen stehende Gruppe, was auch Abweichungen in ihren Eigenschaften weniger befremdlich erscheinen läßt. So liegt es nahe, die Magnetisierbarkeit in erster Linie den Körpern als chemischen Individuen zuzuschreiben, mit anderen Worten, sie als Eigenschaft des Moleküls selbst, nicht der Molekulargruppierung anzusehen.

Obwohl nun die übrigen Metalle kaum magnetischen Einflüssen zugänglich erscheinen, ist es gelungen, aus ihnen magnetisierbare Legierungen herzustellen. Fr. Heusler hat Manganlegierungen komponiert, die selbst relativ stark magnetisierbar sind, während ihre Komponenten, Mangan, Mangankupfer, Aluminium u. s. w., so gut wie völlig unmagnetisierbar genannt werden können. Ein ähnliches Verhalten zeigen analoge Legierungen mit Antimon, Wismut, Zinn, Arsen und Bor an Stelle des Aluminiums. Die erreichte Magnetisierbarkeit beträgt über die Hälfte derjenigen des grauen Gußeisens und ist in hohem Maße abhängig von der „Vorgeschichte" der Legierungen, d. h. sie unterliegt außerordentlich großen Nachwirkungen, besonders der Wärmezustände, in die man den Körper einmal gebracht hatte. Die Bedeutung der so dargestellten Legierungen für die Elektrotechnik ist noch zu prüfen.

Magnetische Eigenschaften wurden bisher dauernd nur am Magneteisenstein und am Basalt, der vom Blitz getroffen war, bemerkt. Nun sind aber in Cartersbury im Staate Indiana (V. St. v. Nordam.) drei Quellen entdeckt, die magnetisches Wasser liefern, was im Hinblick auf die neuerdings so häufig festgestellte Radioaktivität von Quellwasser von besonderem Interesse ist. O. Leighton, der als Hydrograph im geologischen Dienste des Staates in Indianopolis steht, prüfte das Wasser und fand seine seltene Eigenschaft vollauf bestätigt.

Er hielt probeweise eine Messerklinge, von der vorher genau festgestellt war, daß sie keinerlei Magnetismus besaß, fünf Minuten lang in das Wasser einer der Quellen. Nach dem Herausnehmen zog sie Nägel, Nadeln und andere Eisenstücke an und hielt sie fest. Das Experiment gelang auch, wenn man ein im Glase aufgefangenes Quantum Wasser benützte, doch hielt sich die Fähigkeit des geschöpften Wassers leider nicht lange, höchstens bis zu 30 Stunden, während sie sich manchmal schon nach fünf Minuten verlor. Eine Quelle bei Fort Wayne soll noch kräftiger als die in Indiana entdeckten sein.

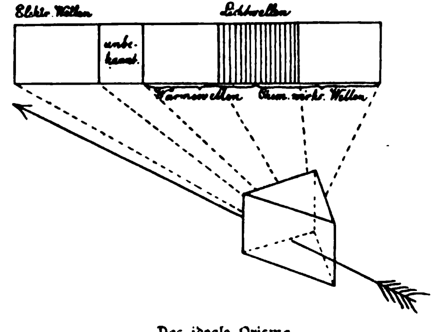
Der rätselhafte Vorgang der Magnetisierung der Messerklinge ließe sich vielleicht dahin erklären, daß das Wasser magnetisches Eisenoxyd enthält, das sich in Gegenwart von Kohlensäure an dem Eisen der Klinge niederschlägt und diese magnetisch macht.

*) Prometheus, 15. Jahrgang. Nr. 754.

Das ideale Prisma und das Spektrum.

Es ist in den vorhergehenden Jahrgängen wiederholt betont worden, daß die verschiedenen Arten strahlender Energie, die sogenannten Ätherwellen elektrischer, erwärmender (thermischer), leuchtender und chemisch wirksamer Art, in engstem Zusammenhange untereinander stehen, soviel Verschiedenheiten hinsichtlich der Wellenlänge, Brechbarkeit, Polarisierungsfähigkeit und anderer Eigenschaften auch vorhanden sind.

Gäbe es ein für alle Strahlengattungen durchlässiges Prisma, so könnte man mit ihm folgendes



Das ideale Prisma.

Experiment anstellen. Man könnte einen Strahl elektrischer Wellen auf das Prisma leiten und würde dann bemerken, daß dieser nicht allein aus seiner geradlinigen Richtung abgelenkt wird, sondern daß hinter dem Prisma ein breites Band, das Spektrum, erscheint, welches die elektrischen Strahlen nach ihrer Wellenlänge geordnet nebeneinander enthält, und zwar die langen Wellen am wenigsten, die kurzen am stärksten aus der geraden Richtung abgelenkt. Das Spektrum der elektrischen Strahlen enthält Wellen von vielen Metern Länge bis herab zu wenigen Millimetern.

Genau so verläuft der Versuch für die Wärme- und Lichtwellen, nur daß die Gesamtablenkung dieser Strahlen von der Richtung des einfallenden Strahles eine größere ist. Dabei gehen die Wärmewellen ohne Sprung in die Lichtwellen und diese schließlich in die Wellenstrahlen chemischer Kraft über. Nur zwischen den kürzesten elektrischen Wellen und den längsten Wärmewellen klafft eine große Lücke, auf deren Ausfüllung möglicherweise die Bestätigung der Blondlotschen N-Strahlen Aussicht böte.

Nun ist unser Prisma (s. Abbild.) leider nur ein ideales; es gibt einen für alle Strahlenarten durchlässigen Stoff bisher nicht. Glas leistet für elektrische Wellen und Lichtwellen gute Dienste, für Wärmewellen dagegen ist es fast undurchlässig. Auch ultraviolette (chemisch wirksame) Strahlen durchdringen es nicht. Quarz, Steinsalz, Flußspat, Sylvin nähern sich unserem Ideal bereits mehr, aber auch sie versagen den längeren Wärmewellen gegenüber. Das ist um so bedauerlicher, als gerade zwischen den langen thermischen und den kurzen elek-



trischen Wellen das etwa fünf Schwingungsoktaven umfassende unbekannte Gebiet liegt. Die kürzesten gemessenen elektrischen Wellen haben immerhin noch eine sichtbare Größe, die längsten Wärmewellen jedoch eine Länge von nur 0·05 Millimeter. Gehen hier die beiden Schwingungsgruppen unmerkbar ineinander über, oder gewähren sie einer neuen, bisher unbekannten Strahlenart Raum zwischen sich?

Schon der Nachweis der längsten Wärmestrahlen, die auf unser Hautgefühl gar keinen Eindruck mehr ausüben, ist nicht ganz einfach. Das Gefühl versagt bereits gegenüber Wärmestrahlen von etwa 0·001 Millimeter Wellenlänge. Man hat jedoch noch Wärmewellen von 60 mal größerer Länge erkannt und genau bestimmt, und zwar, wie Prof. Rubens auf der Kasseler Naturforscherversammlung darlegte, auf folgende Weise. Es gibt eine Anzahl Stoffe, welche die kürzeren Wärmewellen hindurchlassen, die längeren dagegen reflektieren; den letzteren gegenüber verhalten sie sich also wie ein Metallspiegel. Glas läßt alle Lichtstrahlen fast anstandslos hindurch und ebenso die Wärmestrahlen bis etwa zu einer Wellenlänge von 0·003 Millimetern. Quarz geht hierin weiter, es ist noch für etwa dreimal so lange Wellen durchsichtig und wird erst für längere zum Spiegel. Steinsalz spiegelt bei $^{33}/_{1000}$, Flußspat bei $^{60}/_{1000}$, Sylvin erst bei $^{70}/_{1000}$ Millimeter Wellenlänge.

Nun denke man sich folgende Anordnung. Von einem gewöhnlichen Auerbrenner — ohne Zylinder, da Glas ja längere Wärmewellen nicht hindurchläßt — fällt ein Strahlenbündel auf eine Platte aus Flußspat. Diese läßt die Lichtstrahlen und die kürzeren Wärmewellen hindurch, die längeren reflektiert sie wie ein Spiegel und wirft sie auf eine ihr zu dem Zwecke gegenübergestellte zweite Flußspatplatte. Hier wiederholt sich derselbe Vorgang. Sollten in dem reflektierten Bündel noch einige Licht- oder kurzwellige Wärmestrahlen vorhanden sein, so werden sie durch die zweite Platte hindurchgelassen. Die langen Wärmewellen dagegen werden durch Reflexion einer dritten, von dort einer vierten, fünften Platte zugesandt. Hat so eine vier- bis fünfmalige Reflexion stattgefunden, so sind sie förmlich durchgesiebt, von allen Licht- und kurzwelligen Wärmestrahlen völlig befreit. Was da übrig bleibt, sind die erwünschten langwelligen Strahlen, die „Rest"-Strahlen, wie Rubens sie mit Recht nennt. Sie lassen sich mit Hilfe einer Thermosäule, des hochempfindlichen Thermometers der Physiker, nachweisen und zeigen in einigen Eigenschaften bereits eine Annäherung an die elektrischen Strahlen.

Fast gar nicht durchlässig erweist sich das Glas auch für die chemisch wirksamen, äußerst kurzwelligen dunklen Strahlen jenseit des Violett unseres Lichtspektrums, die als Haupterreger der Fluoreszenz, der chemischen Umwandlung, und als Ursache elektrischer Entladungsvorgänge von großer Wichtigkeit sind. Somit kann die photographische Platte hinter Glaslinsen ihre volle chemische Kraft gar nicht entfalten. Diesem Mangel hat die optische Anstalt von Schott und Genossen in Jena durch Anfertigung stark ultraviolett-durchlässiger Gläser sowohl von Cron- wie von Flintglas abzuhelfen versucht. Auf Himmelsphotographien, durch alte und neue Gläser hergestellt, sprang der Vorteil der letzteren sofort ins Auge, da sie etwa $^1/_2$ Größenklasse mehr Sterne, im ganzen also einen beträchtlichen Sternenzuwachs zeigten. Manche Nebel am Himmel, die nur ultraviolettes Licht ausstrahlen, also dem bloßen Auge niemals sichtbar werden können, werden bei photographischen Aufnahmen mit den neuen Linsen besonders gut sichtbar gemacht werden können. (Himmel und Erde, 16. Jahrg., Heft 2, Novemb. 1903.)

Als eine besonders gute ultraviolette Lichtquelle hat sich die Quecksilberlampe erwiesen, wie sie z. B. durch die Firma Heräus in Hanau in den Handel gebracht wird. Sie zeichnet sich durch das Fehlen jeglicher Wärmestrahlung aus und besitzt gerade in der Region des Spektrums einige kräftige Linien, wo die der Metallfunken schwach sind. Die Energie der ultravioletten Strahlung, am Galvanometer gemessen, erwies sich als von gleicher Größe wie die der sichtbaren Strahlung (Physik. Zeitschr., 5. Jahrg., Nr. 14).

Als Mittel, solche dem Auge unsichtbaren ultravioletten Strahlen sichtbar zu machen, bedient man sich eines Lichtfilters, der alle anderen Strahlen absorbiert, und einer Substanz, welche durch die das Filter allein passierenden violetten Strahlen in Fluoreszenz versetzt wird. Das Woodsche Lichtfilter z. B., dessen ziemlich verwickelte Zusammensetzung hier übergangen sei, soll nur Strahlen von 340 bis 330 Mikromillimetern Wellenlänge durchlassen, die einen Urannitrat-Kristall zu heller, grüner Fluoreszenz erregen, während ein Schirm aus weißem Papier dahinter dunkel bleibt. Bequemer noch ist an Stelle dieses Salzes ein Baryumplatincyanurschirm, mit dem man auch den Verlauf des ultravioletten Strahlenbündels sehr schön zeigen kann, was bei dem kleinen Kristall nicht möglich ist. Über ein noch wirksameres Filter berichtet (Physik. Zeitschr., 5. Jahrg., Nr. 14) auf Grund eigener Versuche A. Kalähne.

Der von Wood aufgefundene Körper, der der photographischen Platte gegenüber die Rolle eines Strahlenfilters spielt, indem er alle Lichtstrahlen abhält und nur die ultravioletten, chemisch wirksamen Wellen auf die Platte gelangen läßt, ist eine Nitroso-Anilinverbindung. Wird mit einem so eingerichteten Apparat eine in hellem Sonnenschein liegende Landschaft aufgenommen, so erscheint das Bild monoton, da die durch die schwarzen Schatten hervorgerufenen Kontraste von hell und dunkel fast völlig fehlen. Dies beweist, daß ultraviolette Strahlen auch dahin gelangen, wo die leuchtenden Strahlen nicht treffen, daß also von allen Punkten der Himmelssphäre dieses ultraviolette Licht zurückgestrahlt wird. Wäre unser Auge für diese Strahlen ebenso empfindlich wie das Woodsche Strahlenfilter, so würde für uns der Gegensatz von Licht und Schatten zum großen Teile verschwinden, unsere Umgebung müßte ein wesentlich anderes Aussehen gewinnen und die Deutlichkeit der Wahrnehmung wäre stark für uns vermindert.

Die an den Grundsätzen der Spektralanalyse rührende unheimliche Entdeckung, daß ein- und dasselbe chemische Element je nach der Art, wie man es zum Leuchten bringt, verschiedenartige Spektra zeigen könne (s. II. Jahrb., S. 159), hat die



Physiker zu erneuter Untersuchung dieser Vorgänge aufgerufen. Wirkliche Verschiebungen jener feinen Spektrallinien, d. h. deutlich nachweisbare Änderungen der sie erzeugenden Lichtwellenlängen, sind als Folge wechselnden äußeren Druckes unzweifelhaft nachgewiesen. F. Exner und E. Haschek behaupteten ferner, daß diese Verschiebungen im Funkenspektrum, d. h. wenn das Spektrum der zwischen zwei Elektroden desselben Metalls überspringenden Funken geprüft wird, noch intensiver als im Bogenspektrum auftreten und nicht nur vom äußeren Atmosphärendruck, sondern auch von der Partialdichte des untersuchten Dampfes abhängen. Als eine andere Ursache der Linienverschiebungen gibt Haschek „die steigende Dichte des leuchtenden Dampfes" an; bei gleicher Zunahme der Dampfdichte verschieben sich angeblich die Linien im Funkenspektrum mehr als im Bogenspektrum. Auch die Mengen der verdampfenden Substanz sollen nach Haschek einen nachweisbaren Einfluß auf die wirkliche Wellenlänge der Linien haben, so daß man nach seiner Meinung sogar eine Methode der quantitativen Spektralanalyse, der Stoffmengenbestimmung, auf die Ausmessung dieser Linienverschiebungen begründen könnte. Für reines Zink z. B. im Funkenspektrum soll die Wellenlänge 4,722.510 gelten, während sie für dieselbe Zinklinie bei Verwendung einer fünfprozentigen Zinklegierung anstatt des reinen Zinks als Elektrode nur 4,722.399 beträgt. Es wäre somit die Partialdichte im leuchtenden Dampf von entscheidendem Einfluß auf die Wellenlänge.

Gegen diese Ergebnisse, die auf vielen Gebieten der irdischen wie der kosmischen Physik geradezu eine Revolution anrichten würden, wenden sich J. M. Eder und E. Valenta in einer Arbeit, welche die Unveränderlichkeit der Wellenlängen im Funken- und im Bogenspektrum des Zinks festzustellen sucht.*) Bei sorgfältiger Durchführung des spektrographischen Vorganges konnten sie alle angeblichen Verschiebungsphänomene, welche Haschek u. a. auch beim Zink beschreibt, als nicht existierend nachweisen. Sie stellten vielmehr fest und belegen es durch äußerst instruktive Photographien ihrer Spektra, daß

1. bei gewöhnlichem Atmosphärendruck keine Linienverschiebungen existieren, wie sie im Funkenspektrum gegenüber dem Bogenspektrum nach Exner und Haschek auftreten sollen, und daß

2. auch keine Linienverschiebungen im Funkenspektrum existieren, welche auf verringerte Mengen des im Dampf vorhandenen Elementes (Zinkes) zurückzuführen wäre, d. h. daß auch eine Abhängigkeit vom Partialdruck nicht festzustellen ist.

Wie kamen nun aber Exner und Haschek zu ihren alarmierenden Resultaten? Vielleicht dadurch, daß die Breite der Spektrallinien im Bogen- und Funkenspektrum schwankt. Diese Breite der Linien steht in noch nicht genügend bekannter Abhängigkeit von der Temperatur, dem Druck, der Dichte der leuchtenden Dampfschicht; ob mit der Verbreiterung auch eine Verschiebung, gewissermaßen eine Verlegung des Schwerpunktes der Linien eintritt, ist noch völlig unentschieden.

*) Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wissensch. Wien, Band 112, 8. Heft (1903).

Vom Leben der Kristalle und Metalle.

„Die Beschäftigung mit dem Formregulationen oder Restitutionsvorgängen bei Tieren (s. Jahrb. II, S. 165) hat mir die Untersuchung der Bedingungen wünschenswert erscheinen lassen, unter denen analoge Vorgänge auch bei einfacheren Naturformen, nämlich den Kristallen, vor sich gehen." Mit diesen Worten, die auf die Wichtigkeit der Versuche für das Problem der Erkenntnis des Lebens hindeuten, leitet Prof. H. Przibram in Wien einen Bericht über „Formregulationen verletzter Kristalle" ein.*)

Daß verletzte starre Kristalle, die infolge von Einengung (Konzentration) ihrer Nährlösung bei Verdunstung in offenen Gefäßen zu wachsen im stande sind, sich regenerieren, ist seit langem bekannt. P. Curie hatte die Frage aufgestellt, ob solche Kristalle auch in einer vor dem Verdunsten geschützten, also sich nicht anreichernden Nährlösung ihre Form wiederherstellen können, und Przibram unternahm den experimentellen Nachweis dieses Wiederherstellungsvorganges. Die Versuche wurden in einer erschütterungsfreien, dunklen, unterirdischen Zisterne mit fast genau gleichbleibender Temperatur (+12 Grad C.) vorgenommen.

Zuerst gelangten oktaedrische Kali-Alaunkristalle zur Verwendung. Aus ihnen wurde mit einer Laubsäge ein keilförmiges Stück ausgesägt, oder sie wurden halbiert. Die so verletzten Kristalle wurden, je einer in einem Glase, an der Unterseite des das Gefäß verschließenden Korkstöpsels mittels einer Metallklammer aufgehängt, nachdem das Glas entweder mit konzentrierter Kalialaunlösung oder Chromalaunlösung soweit gefüllt worden war, daß der eintauchende Kristall allseitig von der Flüssigkeit umgeben wurde. Zur Verhinderung der Verdunstung war über den Lösungen eine Schicht Vaselin- oder Provenceöl ausgebreitet.

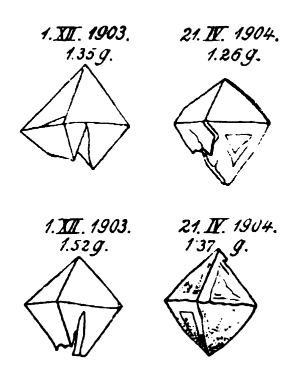
Alle Kristalle wiesen nach zwei bis fünf Monaten eine mehr oder weniger vorgeschrittene Wiederherstellung der Oktaederform auf. Es ist deutlich zu bemerken, daß die Restitution der Kristallform durch Ablösung von Teilchen der unverletzten Kristallflächen (Abrundung von Ecken, Lösungsdreiecke auf den Flächen) und Ablagerung des dadurch gewonnenen Stoffes an der verletzten Stelle geschehen ist. Am deutlichsten zeigt sich dies bei den Kalialaunkristallen, die zur Wiederherstellung ihrer Form in Chromalaun eingehängt sind, da die neu angelagerte Substanz natürlich größtenteils aus Chromalaun besteht, der durch seine violette Färbung von dem farblosen Kalialaun sich deutlich abhebt (s. Abb.).

Bisher gar nicht auf ihr Wiederherstellungsvermögen untersucht waren die Kristalle der Eiweißkörper (Kristalloide), zu deren Prüfung Przibram nun schritt. Hämoglobinkristalle, aus Pferdeblut dargestellt, erwiesen sich dafür ausgezeichnet ge-

*) Zeitschrift für Kristallographie u. Mineral. Bd. 39 (1904), 5. und 6. Heft.

eignet. Sie bilden mit bloßem Augen sichtbare, weingelbe, rhombenförmige, dünne Plättchen.

Einige dieser Kristalle wurden in ihrer Nährlösung auf einen Objektträger unter das Mikroskop gebracht und unter Zusatz eines Tropfens Wasser durch Druck zersprengt. Dann wurde wieder Nährlösung substituiert, indem das Wasser auf der einen Seite der Flüssigkeitsansammlung mittels Fließpapieres entfernt, auf der anderen Seite ein Tropfen Hämoglobinlösung zugesetzt wurde. Die beim Wasserzusatz abgerundeten Ecken des Kristalls nehmen dann bald wieder scharfe Konturen an, und es erfolgt eine allmähliche Regeneration des abgesprengten Stückes, bis wieder ein vollständiger rhombischer Kristall vorhanden ist. Weitere Hämoglobinkristalle wurden so lange der Wassereinwirkung ausgesetzt, bis die anfangs bloß gequollen-abgerundeten Sprengstücke eine Auflösung ihrer Ecken erlitten und endlich nur noch rundliche Stücke des ehemals vollkommen rhombischen Kristalls übrig blieben. In welcher Weise nach Zusatz von Nährlösung die Wiederherstellung erfolgte, zeigt deutlich die Abbildung, in der der Strich die Zufuhr der Nährlösung angibt. Weder die mineralischen noch die quellbaren Kristalle nehmen bei diesem Versuche in allen Fällen an Masse (Gewicht) zu.



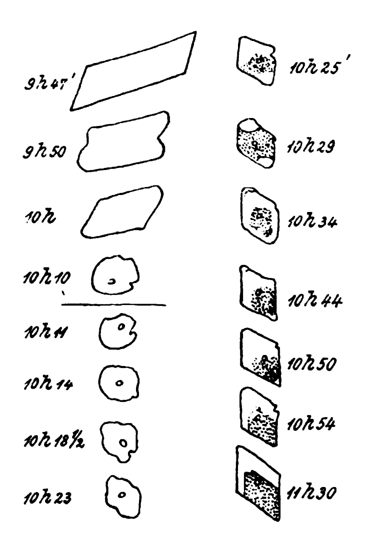
Wachstum verletzter Kali-Alaunkristalle.

Das Endergebnis seiner Versuche faßt Przibram in den Satz zusammen: „Die Kristalle vermögen ihre Form nach Verletzung wiederherzustellen, wenn die inneren (Aggregats-) und die äußeren (Kontakt-, Nährlösungs-) Bedingungen eine Anlagerung oder Umlagerung von Teilchen gestatten, und zwar auch dann, wenn keine absolute Massenzunahme des Kristalls erfolgen kann."

Auch das überaus interessante, bisweilen an biologische Vorgänge gemahnende Verhalten der Metalle gegenüber verschiedenen physikalischen Einflüssen, wie Wärme, Elektrizität, Licht, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen gewesen (s. II. Jahrb., S. 161). So hat Egon R. v. Schweidler eine schon länger bekannte, als „Ermüdung" und „Erholung" bezeichnete Empfindlichkeit von Metallen gegen lichtelektrische Einflüsse einer genaueren Prüfung unterworfen.

Zur Feststellung dieser lichtelektrischen Empfindlichkeit dient das bekannte Elektroskop, mittels dessen die Änderung der Empfindlichkeit durch Beobachtung des Verlustes elektrischer Ladung gemessen wird. Die lichtelektrisch empfindlichen, besonders die auf langwelliges Licht reagierenden Metalle sind unmittelbar nach Reinigung ihrer Oberfläche reizbarer als einige Zeit darauf. Diese Abnahme der Empfindlichkeit hatte man deshalb ursprünglich auf Oxydation der Metallflächen zurückgeführt. Doch hat sich später ergeben, daß eine solche „Ermüdung" nur bei Belichtung eintritt, im Dunkeln nicht, und daß die Schnelligkeit der Ermüdung von dem Gehalte des Lichtes an ultravioletten Strahlen abhängt; im Dunkeln nimmt die herabgesetzte Empfindlichkeit wieder zu, es tritt „Erholung" ein. R. von Schweidler hat nun an Zink, Zinkamalgam, Magnesium und Magnalium Versuche mit Tageslicht, Magnesium- und Bogenlicht gemacht.

Er stellte dabei fest, daß die Ermüdung hauptsächlich durch wirksames (ultraviolettes und kurzwelliges sichtbares) Licht hervorgebracht wird, und zwar wird die Empfindlichkeit gegen langwellige Strahlen verhältnismäßig stärker beeinflußt als gegen kurzwelliges Licht, sowohl in der Ermüdung wie in der Erholung. Die Ermüdung findet bei positiver wie bei negativer Ladung in ziemlich gleichem Grade statt. Der Vorgang der Erholung vollzieht sich nicht nur im Dunkeln, sondern auch im Lichte, und überlagert sich dem Ermüdungsprozesse, unter Umständen bis zu dem Grade, daß er bei dauernder Belichtung zu einem Anwachsen der Empfindlichkeit führt. Am stärksten ist der Erholungsprozeß an frischen, gar nicht an alten Oberflächen festzustellen. Einige Vornahmen, z. B. Erwärmung,



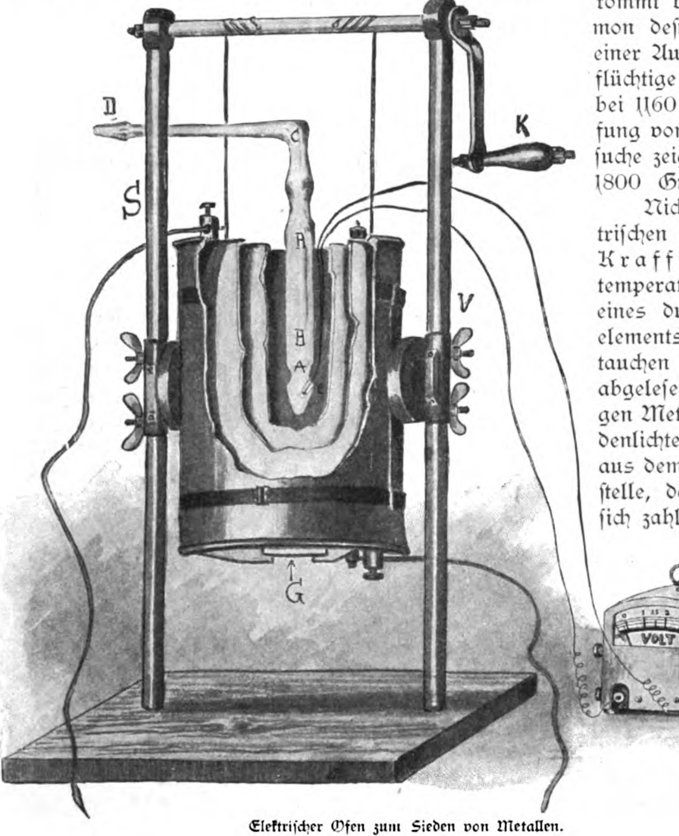
Auflösung und Regeneration eines Hämoglobinkristalls.

Abspülen in Flüssigkeit, ausnahmsweise auch Herstellung einer frischen Oberfläche, sind mit einer dauernden, auch durch Verdunkeln nicht zu behebenden Herabsetzung der Empfindlichkeit verbunden. (S. B. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. 112, Abt. II a, S. 974.)

Über die Destillation von Metallen hat der Chemiker Prof. Fr. Krafft in Heidelberg neue Versuche angestellt, die auch zur Bestim-

mung der genauen Siedetemperaturen dieser Metalle geführt haben.*)

Wasser, unter eine Luftpumpe gebracht, siedet schon unter gewöhnlicher Temperatur und kühlt sich dabei durch teilweise Verdunstung so stark ab, daß der nicht verflüchtigte Teil gefriert. Wasser kann also als Flüssigkeit nur unter dem Druck der Luft, nicht in luftleeren Räumen existieren, ebenso Alkohol, Äther und andere Flüssigkeiten. Man kann deshalb das Sieden einer Flüssigkeit auch als „Überwindung des Luftdrucks“ bezeichnen. Quecksilber dagegen, selbst in kleinen Tröpfchen, verändert sich im luftleeren Raume nicht, es ist also eine im Vakuum existenzfähige Flüssigkeit.



Elektrischer Ofen zum Sieden von Metallen.

In einem Vakuum, das groß genug ist, um die Erscheinungen des Kathodenlichtes auftreten zu lassen, gelingt es bei Anwendung genügender Hitze, Metalle, die im Vakuum schmelzbar sind, zu destillieren und zu rektifizieren wie jede andere Flüssigkeit. Prof. Krafft bediente sich zu dem Zwecke des elektrisch geheizten Ofens von W. C. Heräus, der binnen wenigen Minuten ein Auf- und Absteigen zwischen den Temperaturgrenzen von 14 Grad bis 1400 Grad gestattet, ohne daß der Experimentierende von der hohen Temperatur belästigt würde. Das etwa seit zwei Jahren im Handel befindliche Quarzglas, aus reinem geschmolzenem Bergkristall hergestellt, gestattet durch seinen etwa 800 Grad über dem gewöhnlichen Glasschmelzpunkte liegenden Erweichungspunkt und durch seine Unempfindlichkeit gegen alle, auch die größten Temperaturunterschiede, von den Temperaturen des elektrischen Ofens ausgiebigen Gebrauch zu machen. Man kann in luftentleerten (evakuierten) Quarzglasgefäßen Destillationen zahlreicher Metalle bis zu einer Temperatur von fast 1400 Grad vornehmen. Die Kondensation vollzieht sich in dem Teile des Quarzgefäßes, der aus dem Heizraume hervorragt.

Kadmium siedete im elektrischen Ofen bei 455 Grad, Zink bei 640 Grad. Das Selen destilliert rasch bei einer Außentemperatur von 380 Grad, das bisher für sehr schwer flüchtig geltende Tellur kommt bei 550 Grad in energisches Sieden. Antimon destilliert im evakuierten Quarzglasgefäß bei einer Außentemperatur von 762 Grad, das schwerer flüchtige Wismut erst bei 1050 Grad. Blei siedet bei 1160 Grad Heiztemperatur. Die über Verdampfung von Silber, Kupfer und Gold angestellten Versuche zeigen, daß diese drei Metalle 1400, 1600 und 1800 Grad Heiztemperatur erfordern.

Nicht nur mittels der Heiztemperatur des elektrischen Ofens, sondern auch direkt bestimmte Prof. Krafft in einer weiteren Versuchsreihe die Siedetemperaturen mancher Metalle, und zwar mittels eines durch Quarzglasröhren geschützten Thermoelements, das er direkt in das siedende Metall eintauchen ließ und dessen Temperatur am Voltmeter abgelesen wird. Das Sieden eines schwer flüchtigen Metalls im Quarzglas beim Vakuum des Kathodenlichtes bietet einen eigentümlichen Anblick, indem aus dem unsichtbaren Metall an der Kondensationsstelle, da wo sie aus dem Heizraume herausragt, sich zahllose, hellrotglühende Tröpfchen an der Gefäßwandung absetzen und fortwährend von zusammengeflossenen, 6 bis 8 Millimeter breiten glühenden Tropfen durchfurcht werden. So gewinnt man bei der Kondensation keineswegs den Eindruck einer Abkühlung, sondern vielmehr eigentümlicherweise den einer starken Gluterzeugung.

Haben wir die Metalle bei diesen Versuchen unter dem denkbar geringsten Druck, so ruhen sie im Erdinnern offenbar unter dem denkbar gewaltigsten, und es wäre interessant zu wissen, wie sie sich dabei verhalten. Daraus, daß das spezifische Gewicht des Erdganzen etwa doppelt so groß wie das der äußeren Erdrinde ist, schließt man bekanntlich, daß das Erdinnere hauptsächlich aus Schwermetallen, insbesondere Eisen, besteht. In welchem Zustande sich dieses daselbst befinden müßte, hat G. Tammann in einer Arbeit „Über den Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperaturen des Eisens“ festzustellen versucht.*)

Man nimmt vom Eisen jetzt drei allotropische Zustände, α, β und γ, an (s. auch Jahrb. II, S. 162). Bei Erhitzung des reinen Eisens absorbiert dieses

*) Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 36. Jahrg. 1903, S. 1690. Die Umschau, 8. Jahrg., Nr. 1.

*) Zeitschrift für Anorgan. Chemie, Band 37; Naturwiss. Wochenschrift Band III, Nr. 25.

bei 770 Grad eine erhebliche Wärmemenge, ohne sein Volumen merklich zu ändern, und verliert die Fähigkeit, sich magnetisieren zu lassen, fast vollständig; das bei gewöhnlicher Temperatur beständige α-Eisen wandelt sich also in β-Eisen um. Dieses absorbiert bei weiterer Temperatursteigerung bei 890 Grad nochmals Wärme, diesmal jedoch unter ziemlich erheblicher Volumminderung, und wird so zu dem bis zum Schmelzpunkte ziemlich beständigen γ-Eisen. Diese Umwandlungen sind reversibel (rückgängig zu machen), sie treten bei der Abkühlung im entgegengesetzten Sinne wieder ein, es wird also beim Übergange von γ-Eisen in β-Eisen infolge der Abkühlung eine Volumenvermehrung stattfinden. Durch steigenden Druck und durch Zusatz anderer Elemente, z. B. von Kohlenstoff oder Nickel, zum Eisen wird die Temperatur der Umwandlungsgrenzen erniedrigt. Infolge dieser Abhängigkeit vom Druck und von Beimengungen wird sich das Eisen in der Erde schon in nicht erheblicher Tiefe im γ-Zustande befinden. Das in Tiefen von über $^1/_{100}$ Erdradiums (bei über 16.000 Kilogramm Druck und über 600 Grad Temperatur) in der Erde vorkommende Eisen, welches wohl nickel- und kohlenstoffhaltig ist, könnte sich nur im γ-Zustande halten, in dem es kaum magnetisierbar ist; es würde bei sinkender Temperatur der Erde unter Volumenvergrößerung (Ausdehnung) in den stärker magnetisierbaren Zustand übergehen.

Vom Rätsel des Lebens.

(Allgemeine Biologie und Paläontologie.)

Protoplasma und Zelle. • Die wahren Unsterblichen. • Organentstehung und Organtechnik. • Erloschene Geschlechter.

Protoplasma und Zelle.

Das Wesen der Lebenserscheinungen zu erfassen, das Rätsel des Lebens zu lösen, will der Forschung nicht gelingen. Fast scheint es, als solle Mephistopheles Recht behalten: daß von der Wiege bis zur Bahre kein Mensch den alten Sauerteig verdaut. Je tiefer wir das Problem des Lebens auffassen, je weiter wir ausholen, es in den Netzen des Experiments zu fangen, es mit den feinsten Hilfsmitteln der Chemie und der Optik zu durchschauen, desto mehr werden wir die Schwierigkeiten des Unternehmens gewahr. Immer neue Methoden werden ersonnen, immer neue Belagerungsmittel und Sturmmaschinen herbeigeschleppt, und doch sind noch nicht einmal die Außenwerke der anscheinend unbezwinglichen Feste genommen.

Da ist denn doch wohl die Frage erlaubt, ob wir mit unseren Bemühungen überhaupt auf dem richtigen Wege sind. In der Erforschung der Lebenserscheinungen stehen sich zwei wissenschaftliche Richtungen gegenüber, die mechanistische und die vitalistische Auffassung, über deren Verhältnis und Berechtigung der Amerikaner S. J. Melzer sich in einer beachtenswerten Vorlesung an der Universität zu Buffalo jüngst ausgesprochen hat.*) Die Theorie des natürlichen Mechanismus erhebt den Anspruch, alle uns zugänglichen Lebensgesetze auf Physik und Chemie zurückführen zu können, während die Theorie des natürlichen Vitalismus annimmt, daß alle Lebenserscheinungen von eigenartigen (spezifischen) Energien geleitet werden neben denen, die auch in der physikalischen Welt Geltung haben.

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse scheint eine Entscheidung weder in dem einen noch in dem anderen Sinne zu gestatten, und wahrscheinlich wird auch für eine lange Folgezeit noch eine zur Entscheidung ausreichende wissenschaftliche Grundlage fehlen. Das Beweismittel zu Gunsten des Vitalismus besteht in der Behauptung, daß, je weiter die biologische Forschung fortschreitet, desto mehr Tatsachen ans Licht kommen, die sich nicht physikalisch-chemisch erklären lassen. Aber was beweist das? Unsere gegenwärtigen physikalischen und chemischen Kenntnisse stellen sicherlich nur einen geringen Bruchteil dessen dar, was wir in den tausend kommenden Jahren über die Gesetze der unorganischen Welt erfahren werden. Wie sehr die Physik noch in den Kinderschuhen steckt, zeigt der Umstand, daß erst in unseren Tagen ungeahnte Entdeckungen in ihr gemacht sind: man denke an die Herz und Nieren durchbohrenden Röntgenstrahlen, die selbst auf den Schlachtfeldern von Port Arthur und Liaojang schon eine Rolle spielen, an die Jonisierung von Lösungen, an die neue Theorie der Elektrizität, an die wunderbaren Ergebnisse der Stereochemie! Wie dürfte man da schon jetzt die Möglichkeit, daß Physik und Chemie am Ende sehr viele, vielleicht sogar alle biologischen Tatsachen erklären könnten, in Abrede stellen? Zumal die Versuche, Lebenserscheinungen systematisch und genau durch Physik und Chemie zu erklären, kaum älter als ein Jahrhundert sind.

Dazu kommen die ungeheuren Schwierigkeiten, mit denen der Physiologe zu kämpfen hat, während Physiker und Chemiker sich stets der Hilfe von Leuten erfreuen, die bei solchen Forschungen materielle Vorteile wittern. Die Propheten, welche die Unmöglichkeit einer mechanistischen Lebensauffassung voraussagen, sehen also offenbar zu schwarz. Nichts berechtigt gegenwärtig schon dazu, die Hoffnungen derjenigen zu entmutigen, die an die endgültige Lösung des Lebensproblems durch Physik und Chemie glauben. Freilich ist der augenblicklich erreichte Erfolg im Vergleich zu dem, was noch der Lösung harrt, zu winzig, zu unbedeutend, um einer Vor-

*) Science, Bd. 19 (1904), S. 18.



aussage auch nur den geringsten Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben.

Denn gegenwärtig gibt es zahlreiche gut beglaubigte biologische Tatsachen, die sich nicht auf mechanistische Weise erklären lassen, und wir wissen nicht, ob sie jemals auf diesem Wege zu erklären sein werden (s. Jahrb. II, S. 165, die organischen Selbstregulationen). Wir sollten diese Fakta ruhig als vitalistische Phänomene bezeichnen, bis wir einen Weg entdecken, sie durch die in der anorganischen Welt herrschenden Gesetze zu erklären. Vitalismus als eine Arbeitshypothese dürfte sogar für den Fortschritt der Biologie, die sich gar zu oft durch das Bemühen, exakte Wissenschaft zu werden, selbst gehemmt hat, von großem Vorteil sein. Ungemein wichtige physiologische Entdeckungen sind ohne Zuhilfenahme der Physik und Chemie zu stande gekommen, ein Beweis, daß die Biologie auch ohne diese Krücken auf eigenen Beinen stehen und gehen kann.

Natürlich bedeutet die Resignation, zu der Prof. Melzer in den vorstehenden Ausführungen auffordert, zugleich einen Verzicht auf eine einheitliche Weltanschauung für lange, lange Zeiten. Dieser Verzicht ist dem philosophischen Denken besonders der germanischen Nationen von jeher überaus schwer gefallen, und so sehen wir bis auf den heutigen Tag Versuch über Versuch angestellt, die Kluft zwischen dem Organischen und Anorganischen zu überbrücken, auszufüllen, ja als gar nicht vorhanden hinzustellen. Einer der kühnsten Gedankenformer auf diesem Gebiete war der Physiologe Wilhelm Preyer in seinem Buche: „Naturwissenschaftliche Tatsachen und Probleme."

Alles Lebende kann nur von Lebendem stammen, ein Satz, den nur die Anhänger des Urzeugungsglaubens bezweifeln können, obwohl die ganze Natur um uns unablässig für seine Wahrheit spricht, während wir aus purem Unorganischen noch niemals etwas Organisches entstehen sahen. Ja — aber die Vergangenheit! Wie, als noch lodernde Feuer unsere Planeten umhüllten, als das ganze Sonnensystem noch im Nebelzustande sich befand? Da zieht der entschlossene Vitalist den kühnen Schluß, daß auch trotz dieser Flammen, in diesen Flammen bereits lebende Wesen existierten, daß jeden Sonnenball Äderungen organischen Lebens durchziehen, ja daß das Sein dieser feuerbeständigen Wesen reicher an Leben, an Lebenskraft sein mußte als das unsere, das mit ihm verglichen wie ein kärglicher Rest erscheint.

Diesen Gedankenreihen, so phantastisch sie dem Leser auch vorkommen mögen, versagt sich dennoch die Wissenschaft schon jetzt nicht völlig. Wie im I. Jahrgange (S. 131) im Anschlusse an Pflüger und Engelbrethsen dargelegt wurde, können die ersten und wichtigsten organischen Verbindungen schon bestanden haben, als die Erde sich noch in hohen Hitzegraden befand, und Pflüger sagt geradezu: Das Leben verdankt also dem Feuer seine Entstehung und ist entstanden zu einer Zeit, wo die Erde noch eine glühende Feuerkugel war.

Läßt aber diese Anschauung das Organische immer noch entstanden sein, so geht Preyer einen Schritt weiter, indem er das Unorganische aus dem Organischen hervorgehen läßt, ersteres als die Überreste und Schlacken ehedem organisierter Materie betrachtet. Also auch bei ihm bleibt „ein Erdenrest, zu tragen peinlich", das Unorganische, Gestorbene, Tote. Das Reich des Lebens blieb beschränkt auf die zoologischen und botanischen Erscheinungen; das Reich des Mineralischen, für uns die Hauptmasse des Planeten, blieb unbeseelt.

Wird es dabei sein Bewenden haben? Wir sahen schon im Schlußabschnitt eines vorhergehenden Kapitels (Vom Leben der Kristalle und Metalle), daß die Kristallisationserscheinungen mancherlei dem Wachsen und Werden der Organismen entsprechende Vorgänge zeigen. Mit kühnem Griffe hat der in Neapel tätige deutsche Gelehrte Otto v. Schroen durch genaues Verfolgen dieser Vorgänge zu zeigen versucht, daß auch die Kristallisation ein organischer Vorgang ist. Eine Skizze seiner Forschungen geben wir hier nach Willy Pastors prächtiger „Lebensgeschichte der Erde", einem Werke, in dem die Resultate der strengen Forschung in künstlerischer Form mit dichterischer Phantasie zu abgerundeten, wenn auch nicht immer wissenschaftlich einwandfreien Bildern verarbeitet sind.*)

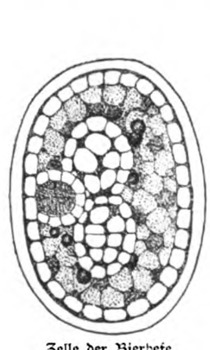
Otto v. Schroen ging von der Beobachtung geschlossener hängender Tropfen einer kristallinischen Lösung aus. Als erste, Gestaltung andeutende Spuren darin bemerkte er kleine, punktförmige Kügelchen, die schon von Link und Vogelsang als Zusammenschluß der Moleküle einer Lösung nachgewiesenen Globuliten. Die nächste Verwandlung war die, daß die noch frei schwebenden Kügelchen durch Verschmelzung sich dehnten und so allmählich wuchsen. Und nun folgte eine Reihe „animaler" Vorgänge: „Die Kügelchen oder Scheiben teilen sich und bilden auch in ihrem Innern Tochterscheiben, die später auswandern. Während dieses erste Geschlecht die Mutterscheibe verläßt, hat sich in deren Innern schon wieder eine dunkle Stelle (eine Wolke) gebildet, aus der eine zweite Folge von Tochterscheiben entsteht. In der Regel wandern nur zwei Tochterscheiben (Petroblasten) aus. Diese schweben auch wieder frei in der Lösung, dann dehnen sie sich allmählich zu Ringen oder Bläschen aus, die später eckig und in der Folge zu Kristallen werden. In der Mutterkugel bildet sich noch ein drittes Geschlecht, das jedoch nicht mehr auswandert, sondern sich in der Kugel zu Kristallen umbildet, die an den Rand der Mutterkugel wandern und dort gleichsam ein kristallinisches Epithel (Hautgewebe) bilden. Auch die Mutterkugel selbst wird dann kristallinisch, und die kleinen Kristalle am Rande lassen schon vorweg erkennen, zu welchem Kristallsystem sich die Mutterkugel umbilden wird."

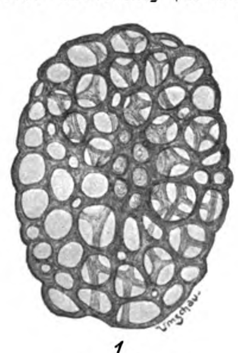
Diese so klaren Tatsachen, die uns die Entstehung der Kristalle aus Salzlösungen als einen Lebensvorgang zeigen, drängten zur Erforschung des wahren Aufbaues der Gesteine, des kristallinischen Erdmantels. Schroen untersuchte und photographierte zu dem Zwecke 120 einfache kristallinische Mineralien und 150 Gesteinarten. In 1200 farbigen Zeichnungen und 12.000 Negativen und Dia-

*) Leben und Wissen, Bd. 1. Leipzig (Diederichs) 1905.

positiven sind die Hauptergebnisse der Untersuchung von 36.000 mikroskopischen Präparaten festgehalten.

Der Erfolg dieser Riesenarbeit übertraf alle Erwartungen. War Schroen auch überzeugt, daß sich in kristallinischen Gesteinen fadenförmiges Petroplasma in verschiedener morphologischer Anordnung finden würde sowie Petroblasten in ihrem Anfangs- und Fortentwicklungsstadium, so dachte er doch nie daran, daß Quarz, Feldspat u. s. w. Steinzellen von solcher Größe, Klarheit, struktureller Einfachheit und solcher Ähnlichkeit mit unseren Pflanzen- und Tierzellen enthüllen würden. Und nach v. Schroens Photographien übertrifft der Kern der Kristallzelle (ohne künstliche Färbung) in seinen kleinen Einzelheiten und ganz besonders in seinen wesentlichen Stoffunterschieden selbst die Pflanzen- und Tierzelle. Von besonderer Bedeutung für das


Zelle der Bierhefe.


1.
Weiße Blutzelle.

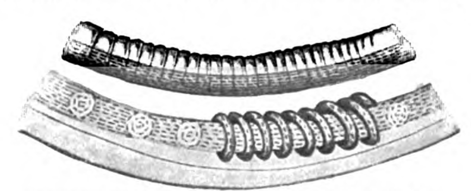
Verständnis der Entstehung der Gesteinskristalle ist das netzförmige Plasma, in dem sie wie in einem Bette liegen und das allem Anschein nach ihre Matrize ist; denn das Plasma schickt Fortsätze in die noch nicht ausgebildeten Kristalle, von denen aus sie wachsen wie eine Pflanze oder ein Tier.

Diese eigenartige Struktur des Petroplasmas ruft in uns unmittelbar die Anschauungen wach, welche vor mehr als zehn Jahren O. Bütschli über die physikalische Schaumstruktur, die „Wabenstruktur" sämtlicher Tier- und Pflanzenzellen aussprach, Anschauungen, die neuerdings durch die Untersuchungen anderer, besonders französischer Forscher bestätigt und erweitert sind.*)

Die mikroskopischen Bilder, welche uns das Protoplasma, die organische Grundsubstanz, bei starker Vergrößerung liefert, zeigen größtenteils übereinstimmend ein mehr oder minder regelmäßiges Gewirr von Fäden, die, sich vielfach kreuzend, durch die Zelle gespannt sind. Während ein Teil der Forscher diese Bilder dahin deutet, daß die Zellsubstanz wirklich aus einer fädigen Masse bestehe, welche in eine flüssige Grundsubstanz eingelagert ist, nehmen andere an, daß das sich zeigende Fadengewirr doch nur einem idealen optischen Durchschnitt entspreche, so daß in Wirklichkeit nicht eine fädige, sondern eine netz- oder genauer schwammartige Struktur bestehe. Das Plasma sei also ein Gerüstwerk, dessen Maschen und Poren mit einer wässerigen Flüssigkeit durchzogen sind. Bütschli baute diese Ansicht dahin aus, daß das Plasma als besonders geartete zähflüssige Substanz aufzufassen sei, entsprechend dem Schaume zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten. Das scheinbare Netz wird durch die Wände dieser Schaumbläschen vorgetäuscht, wovon man sich an vielen lebenden Objekten direkt überzeugen kann. Er fand diese Wabenstruktur sowohl bei Infusorien, wie auch in Körperzellen niederer Tiere und Pflanzen bis zu den Nervenfasern des Rindes.

Da es ihm ferner gelang, künstlich Emulsionen, z. B. aus Öl und Gelatinelösung, zu bereiten, die nicht nur gleichgroße Waben von 0·0005 bis 0·001 Millimeter Durchmesser zeigten, sondern sich physikalisch auch sonst wie die Protoplasmawaben verhielten, so zögerte er nicht, dem Protoplasma nunmehr jede Organisation abzusprechen: nach ihm gewährleistet diese schaumige Verteilung nur eine gewisse besondere Elastizität der Zellen, die aber im übrigen mehr denn je wirklich die lebende Einheit und das letzte Teilstückchen lebender Wesen, das noch selbständig vegetieren kann, darstellen.

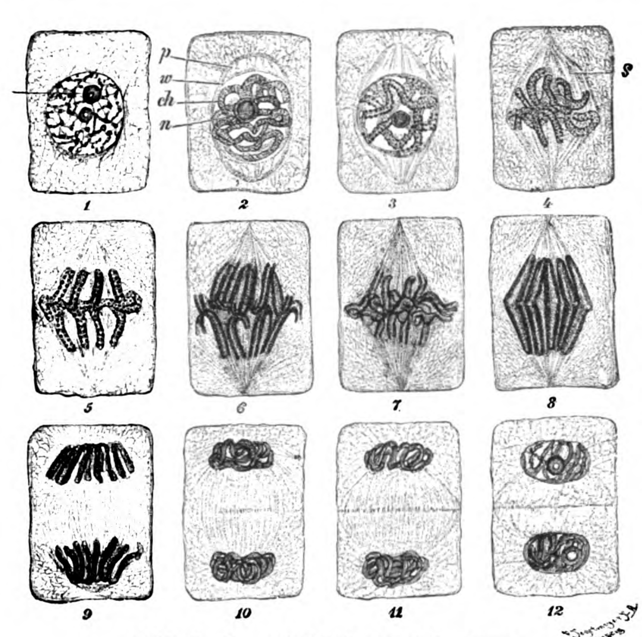
Daß diese Wabenstruktur des Plasmas existiert, ist durch die Untersuchungen des französischen Zoologen Kunstler in vollstem Maße bestätigt; aber es existiert doch noch mehr. Kunstler fand, daß nicht nur in zahlreichen Fällen die Waben gewisse Entschlüsse enthalten, sondern daß auch noch andere Stoffsonderungen im Plasma vorhanden sind, sechseckige oder polygonale dunkle Körnchen, die durch Ausläufer miteinander verbunden sind, so daß oftmals in der Zelle sich ein dichtes Gewebe von kleinen Miniaturzellen zeigt. So sah Kunstler sich zu der bedeutungsvollen Annahme gezwungen, daß das Plasma nicht einerlei, zum mindesten nicht eine unveränderliche Struktur besitze, sondern daß sich, wie die Zellen ihrer Funktion gemäß sich ändern, so auch die Plasmastruktur im Organismus veränderten Bedingungen anpasse. Die Zelle ist ihm ein Organismus, der aus kleineren Elementen, den Sphe-


Gemeinschaftlicher Stiel einer Kolonie von Glockentierchen

rulae, gewissermaßen Zellen zweiter Ordnung, zusammengesetzt ist.

Es gibt neben diesen jedoch auch Zellen von ganz anderem Bau, die keine Spur von wabiger oder granulärer Struktur zeigen, sondern im wesentlichen aus einem Achsenfaden bestehen, um den sich andere Fäden spiralig winden. Auch sie sollen in ihrem Innern noch wieder Fäden zweiter Ordnung mit einer ähnlichen Organisation erkennen lassen, und es liegt in ihnen ein so ungeheuer verwickeltes Gebilde vor, daß es die Zelle zur kompliziertesten aller organischen Erscheinungen machen würde. Diese von dem französischen Botaniker Fayod ent-

*) Die Organisation des Protoplasmas. Von Prof. D. R. Francé, Umschau, 8. Jahrg., Nr. 17.



Stadien der Kern- und Zellteilung (nach Strasburger.)

deckte Struktur ist auch von dem Zoologen G. *Entz* bei den verschiedensten Infusorien, namentlich bei den allen Aquarienbesitzern wohlbekannten Glockentierchen (Vorticella) beobachtet worden, und eine ganze Anzahl Forscher hat diese Ergebnisse an den Muskeln von Tieren und den Zellen der Algen bestätigt.

So können wir uns, wie Prof. *Francé* sagt, nicht davor verschließen, daß das Protoplasma unmöglich eine so einfach gebaute Substanz ist, wie *Bütschli* und seine Anhänger lehrten, daß ferner seine Struktur je nach den Lebensumständen der Zelle wandelbar sein muß; sonst könnte nicht eine Gruppe von Beobachtern Waben, eine andere Fäden (Fibrillen), die dritte Körnchen (Granula) finden. Dies nebst dem Umstande, daß man in den einfachsten einzelligen Lebewesen, den Urtieren, nun schon wiederholt enorm komplizierte Strukturverhältnisse gefunden hat, berechtigt uns, nicht nur von einer Struktur, sondern von einer organischen Gesamtheit derselben, von der *Organisation des Protoplasmas* zu sprechen. Welcher Art diese Organisation ist, ob tatsächlich die Zellen aus kleinen selbständigen Einheiten aufgebaut sind, und welcher Art die aufbauende Einheit, der wahre Elementarorganismus, ist, das zu entscheiden ist der Zukunft vorbehalten. Sicher erlaubt aber der gegenwärtige Stand der Plasmafrage zu sagen, daß *die Wissenschaft im Begriffe ist, eine sehr feine und komplizierte Organisation der lebenden Substanz aufzudecken.*

Einer der wichtigsten Lebensvorgänge der Zelle ist die *Zellteilung*, wichtig für die einzelligen Wesen, denn auf Zellteilung beruht deren Fortpflanzung, wichtig für die vielzelligen, denn hier bedeutet sie das Wachsen und Heranreifen des zunächst, nach der Zeugung, einzelligen Organismus zum vollendeten Artgenossen. Sie geht in ziemlich einfacher Weise als *direkte Teilung* bei den niederen Pflanzen vor sich, und zwar bei alten Zellen oder solchen, deren Inhalt bald desorganisiert werden soll; im Tierreich ist die direkte Teilung besonders auf die Protozoen, die einzelligen Urtiere, beschränkt. Sie vollzieht sich in der Weise, daß die Zelle sich in der Mitte durchschnürt und der Zellkern dieser Einschnürung folgt.

Weit verwickelter ist der Vorgang der *indirekten Zellteilung*, der Mitose oder Karyokinese, die besonders bei den höher organisierten Vertretern des Tier- und Pflanzenreichs vorkommt. Hier geht die Teilung vom Kern der sich teilenden Zelle aus und schließt mit der Teilung der Zelle ab. Am Zellkern zeigt sich zunächst ein kleines, als Zentrumskörper (Zentrosoma) bezeichnetes Gebilde, das in das Zellplasma feine Strahlen sendet. Im zweiten Stadium zerfällt das Chromatin des Zellkerns in einzelne Fäden und das Zentrosoma teilt sich in zwei gleiche Körperchen. Diese rücken längs der Kernmembran auseinander, während zugleich die Chromatinfäden sich in einzelne Schleifen, die Chromosome, teilen. Die beiden Zentrosome legen sich schließlich polähnlich an zwei entgegengesetzte Seiten des Kerns an, der inzwischen seine Membran (seine Haut) verloren hat. Zwischen den beiden Zentrosomen läßt sich eine Verbindung durch zwischen ihnen ausgespannte feine Fasern erkennen; diese Fasern treten nun auch an die zur Äquatorialplatte in die Kernmitte gelagerten Chromosome heran, und wir erhalten in der Zelle das Bild einer in der Mitte verdickten Spindel. Hierauf teilen sich die Chromosome der Länge nach und die einzelnen Teile rücken nach den Zentrosomen hin, um die beiden Tochterplatten zu bilden, zwischen denen die Faserverbindung bestehen bleibt. Im weiteren Verlaufe der Teilung rücken die Chromosome ganz in die Nähe der Zentrosomen und verdichten sich schließlich. Indem dann in der Zellwand eine Furche auftritt und die Tochterplatten sich zu den neuen ruhenden Zellkernen heranbilden, kommt es durch Einlagerungen in die Verbindungsfasern zur Bildung der die beiden neuen Zellen trennenden Zellplatte. Übrigens stehen die einfachere direkte und die soeben geschilderte indirekte Zellteilung nicht ohne Bindeglieder einander gegenüber.*)

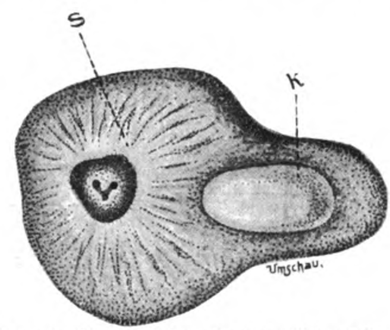
Aber nicht diese, zum Teil längst bekannten, zum Teil neuen Vorgänge und die verschiedenen darauf gebauten Zellteilungstheorien können uns hier interessieren. „Ermüdend," sagt Prof. Dr. *Francé* mit Recht, „ist das Studium und die Kenntnis dieser hundert feinen Differenzierungen deshalb, weil uns deren Wesen und Ursachen völlig unbekannt sind. Wir sehen da in der Zelle und ihrem runden, einfachen Kern sonderbare Fäden, aufgereihte Körnchen auftreten, bizarre Strahlen schießen auf, gleich als ob an feinen Tauen der Kern auseinandergezerrt werden sollte, seltsame Schleifen verschlingen sich ineinander — und wir wissen von all dem nicht, was es bedeuten soll, wir sind überhaupt

*) Die neuen Studien über Zellteilung. Ein Sammelreferat von W. Görich. Naturwiss. Wochenschrift, III. Bd., Nr. 8.



noch nicht einmal informiert, was die einzelnen Teile des Zellkerns und seiner Nebengebilde eigentlich sind."

Den Bau der Zelle und die Bedeutung seiner Bestandteile aufzuhellen, ist das Ziel von Prof. Dr. O. Rhodes „Untersuchungen über den Bau der Zelle", Untersuchungen, in deren Verlauf er über die oben geschilderten Zentrosomen oder Polkörperchen und den um sie herumgelagerten kugeligen, dunklen Teil des Protoplasmas, die sogen. Sphäre, sehr überraschende Entdeckungen machte,



Zelle aus der Leber des Salamander mit mächtiger Sphäre (S).

die uns diese Gebilde in ganz neuem Lichte zeigen.*) Die Sphären sind es, in denen jene obenerwähnten feinen radiären Strahlen auftreten, die weit in das Protoplasma hineingreifen, es gewissermaßen an den Pol ziehen (daher Anziehungssphären) und es so der Teilung gemäß gruppieren und sondern.

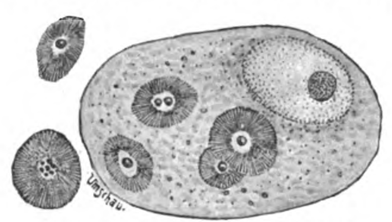
Nun hat aber Prof. Rhode nachgewiesen, daß diese Sphären und die von ihnen umlagerten Zentrosomen nicht in notwendigem Zusammenhang mit der Zellteilung stehen, sondern daß ihre eigentliche Funktion und Bedeutung eine andere sein müsse. Die Sphären besitzen tatsächlich zellenähnlichen Bau, dessen Struktur den Bau der Zelle wiederholt, und ihre Grundsubstanz unterscheidet sich in ihrem Verhalten gegen die zum Sichtbarmachen angewandten Färbemittel dermaßen von dem Zellprotoplasma, daß die Sphäre in der Zelle als ein Fremdkörper betrachtet werden muß. In den Zellen der Froschnervenknoten finden sich die Sphären sowohl im Zellkörper wie im Zellkern zerstreut, bald einzeln, bald zu mehreren, bisweilen sogar in bedeutender Anzahl. Sie können sich ganz unabhängig von der Zellteilung spalten, ihre Teilstücke wachsen schließlich wieder zu normal gebauten Sphären heran, die sogar die Zelle ganz verlassen und außerhalb ihrer ein selbständiges Leben führen können.

Die Sphären besitzen große Ähnlichkeit mit den Parasiten einer Monasart, wie Prof. Francé nachgewiesen hat, ebenso mit gewissen schmarotzenden Pilzen. Allerdings werden durch diese Parasiten die Wirtszellen zu Grunde gerichtet, während wir von den Sphären nichts wissen, was auf Schmarotzerleben hindeutet. Wenn sie also Fremdkörper in der Zelle sind, so dürften sie wohl eher als Symbionten, harmlose, vielleicht sogar nützliche Gäste, denn als Schmarotzer zu betrachten sein.

*) Über eigenartige aus der Zelle wandernde „Sphären" und „Zentrosomen", ihre Entstehung und ihren Zerfall. Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. 75 (1903), Heft 2.

Da es sehr fraglich erscheint, ob die bisher gebrauchten Forschungsmethoden uns noch wesentlich Neues über das Leben offenbaren werden, ist man auf die Suche nach neuen Methoden gegangen. Das Mikroskop offenbart uns nur den Bau der Zelle, des eigentlichen Lebensträgers. Will die Wissenschaft aber der physikalisch-chemischen Organisation der Zelle auf die Spur kommen, so kann sie das nur mittels chemischer Stoffe, welche den Zellbau vollständig ändern: sie vernichtet also zuvor, was sie untersuchen und erkennen möchte, und begeht hier im kleinen denselben Fehler, den die Gegner der Vivisektion ihr beim Arbeiten am Körper des noch lebenden, aber durch Furcht, Qualen oder Betäubungsmittel aus dem normalen Zustande gerissenen Tieres zum Vorwurf machen. Da erscheint es doch sehr zweifelhaft, ob die jüngst entdeckte neue Methode physiologischer Forschung, die auf der völligen Isolierung des Zellsaftes von dem Zellgewebe beruht, einen wesentlichen Fortschritt in der Lebenserforschung bringen wird.

Prof. H. Buchner und seine Schüler waren zu der Annahme gelangt, es müsse viel leichter sein, den Charakter und die Eigenschaften des Zellplasmas zu studieren, wenn es gelänge, den lebenden Zellinhalt auf mechanische Weise zu isolieren, als wenn man ihn einer der gebräuchlichen chemischen Methoden unterwürfe. Als eine solche „mechanische Methode" wählten sie das Zerreiben der Hefezellen, mit denen sie experimentierten, durch Sand, der ein ausgiebiges Zertrümmern der Zellen bewirkte. Der durch Kieselgur mittels Druck filtrierte Brei lieferte als Filtrat die „Zymase", den



Nervenzelle aus dem Rückenmark des Frosches mit auswandernden Sphären

reinen, chemisch unveränderten Saft der Zellen, der noch insofern den „Stempel des Lebens" an sich trug, als er in zuckerhaltigen Substanzen alkoholische Gärung einleitete, ein Vorgang, der chemisch nicht nachgeahmt werden kann.

Diese Methode wurde von Prof. Macfadyen verbessert. Er sagte sich, daß das Zerquetschen lebender Zellen mit Sand die Lebenstätigkeit des Zellplasmas doch schädlich beeinflussen könne, ließ die Zellen deshalb zuerst hart frieren und zerkleinerte sie dann in einem besonderen Apparat unter Vermeidung jeglicher Erwärmung, indem er den Apparat während der Zerkleinerung in einen Behälter mit flüssiger Luft (— 190° C) tauchte. Diese Temperatur scheint den meisten Zellarten wie auch ihren Produkten unschädlich zu sein, so daß die dadurch zum Stehen gebrachten Lebensvorgänge nach vorsichtigem Auftauen wieder ihren Fortgang nehmen. Nach der Zertrümmerung mittels eines sehr rasch rotierenden Metallstößers wird die Masse aufgetaut, mit physiologischer Kochsalzlösung versetzt und

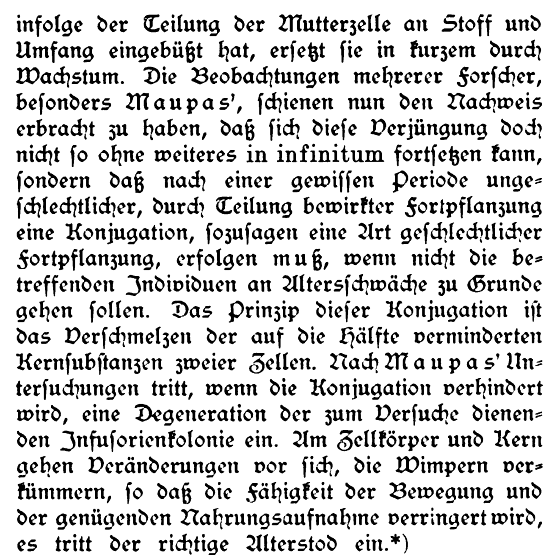
so lange zentrifugiert, bis sie frei von schwebenden Bestandteilen ist. Durch genügend langes Zentrifugieren erhält man vollkommen sterile „Zellsäfte", die alle intrazellularen Bestandteile der betreffenden Zellen enthalten, soweit sie in Salzlösung löslich sind, dem Quantum nach oft den ganzen Zellinhalt; ob auch qualitativ, ist wohl fraglich.

Die neue Methode hat auf dem Gebiete der Pathologie, beim Studium der in den pathogenen Bakterien enthaltenen Giftstoffe (Toxine) schon wichtige Ergebnisse geliefert. Durch Zerkleinern des erkrankten Nervensystems tollwütiger Hunde gelang es Macfadyen, den Giftstoff der Tollwut völlig zu vernichten und zu beweisen, daß dieser noch immer rätselhafte Stoff organisiert, also an Mikroorganismen gebunden sein müsse, die so klein sind, daß sie sich unseren Mikroskopen und Filtern entziehen. Aber dem Geheimnis des Lebens werden wir auch auf diese Weise schwerlich näher kommen. Erwähnt doch Macfadyen von anderen Versuchen zur Erprobung seiner Methode beiläufig, daß das Leuchtvermögen der neuerdings vielbesprochenen Leuchtbakterien durch deren Zerkleinerung in flüssiger Luft zerstört werde. Die Leuchteigenschaft ist also wahrscheinlich eine Funktion der lebenden Zelle und ihre Entstehung von deren intakter Organisation abhängig.*) Hast alle Teile in der Hand, fehlt, leider! nur das geistige Band.

Die wahren Unsterblichen.

Große Kriegsleute mögen sie gewesen sein, die zehntausend Unsterblichen des Perserkönigs, aber mit ihrer Unsterblichkeit war es schwach bestellt. In diesem Punkte erbleicht ihr Ruhm vor dem der Protozoen, der wahren Unsterblichen. Zwar hat man diesen ihren Ruf jüngst zu schmälern versucht durch den Nachweis, daß auch sie dem natürlichen Tode nur durch periodische Konjugation, durch die von Zeit zu Zeit eintretende Verschmelzung zweier einzelliger Individuen zu einem neuen Wesen, entgehen können. Aber dieser Nachweis ist durch Calkins und R. Hertwig zurückgewiesen worden; die einzelligen, meist in Wasser oder feuchter Umgebung lebenden, dem bloßen Auge selten sichtbaren vielgestaltigen Urtierchen scheinen wirklich unsterblich zu sein. Sie pflanzen sich durch Teilung oder Knospung fort, können aber auch durch Konjugation neue, aus je zwei alten Individuen entstehende Wesen bilden.

Wenn ein einzelliges Protozoon sich durch Teilung fortpflanzt, so zerfällt es in zwei Hälften, die für sich wieder neue Lebewesen bilden. Die Mutterzelle ist auf diese Weise aus der Reihe der Individuen verschwunden, doch kann man unmöglich sagen, sie sei gestorben, eher, sie habe sich verdoppelt. Unter den günstigsten Bedingungen pflanzen sich die beiden aus ihr entstandenen Tochterzellen auf dieselbe Weise fort, und so ergibt sich eine kontinuierliche Kette von Organismen, die man sich theoretisch bis ins Unendliche fortgesetzt denken kann. Was jede Tochterzelle bei ihrer Entstehung



infolge der Teilung der Mutterzelle an Stoff und Umfang eingebüßt hat, ersetzt sie in kurzem durch Wachstum. Die Beobachtungen mehrerer Forscher, besonders Maupas', schienen nun den Nachweis erbracht zu haben, daß sich diese Verjüngung doch nicht so ohne weiteres in infinitum fortsetzen kann, sondern daß nach einer gewissen Periode ungeschlechtlicher, durch Teilung bewirkter Fortpflanzung eine Konjugation, sozusagen eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung, erfolgen muß, wenn nicht die betreffenden Individuen an Altersschwäche zu Grunde gehen sollen. Das Prinzip dieser Konjugation ist das Verschmelzen der auf die Hälfte verminderten Kernsubstanzen zweier Zellen. Nach Maupas' Untersuchungen tritt, wenn die Konjugation verhindert wird, eine Degeneration der zum Versuche dienenden Infusorienkolonie ein. Am Zellkörper und Kern gehen Veränderungen vor sich, die Wimpern verkümmern, so daß die Fähigkeit der Bewegung und der genügenden Nahrungsaufnahme verringert wird, es tritt der richtige Alterstod ein.*)

Es ließe sich ja wohl begreifen, daß eine fortgesetzte Teilung die jeder Zelle innewohnenden, von der Mutterzelle ererbten Eigenschaften, darunter vor allem die Fortpflanzungsfähigkeit, allmählich so verringern, „verdünnen" könne, daß sie schließlich gleich Null werden.

Doch tritt diese Degeneration oder „Depression", wie Calkins es nennt, nicht auf einmal nach so und so viel Generationen in einer Kultur von Protozoen ein, als ein definitives Altwerden der Zellen, das nur durch die Verjüngung mittels Konjugation wieder zu beheben wäre. Die Depressionen treten vielmehr wiederholt in schwankenden Zwischenräumen auf und werden ohne äußere Einwirkung, durch innere Kräfte der Zelle, wieder gehoben. Dabei werden sie freilich im Laufe der Zeit immer stärker, folgen in kürzeren Pausen aufeinander und führen schließlich, wenn nicht auf irgend einem Wege Abhilfe erfolgt, zum Untergange der Kultur. Der Lebenslauf einer Protozoenkultur läßt sich also bildlich durch eine anfangs aufsteigende, dann wellenförmig abfallende Linie darstellen, wobei die Wellentäler, welche die einzelnen Depressionen anzeigen, immer tiefer werden.

Die Rettung der Tierchen vor dem Untergange, eine „Verjüngung", kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden: einmal durch die als Encystierung bekannte Einkapselung, die immer mit einer durchgreifenden Reorganisation des Kernapparates verbunden ist; ferner durch hinreichend frühzeitige Konjugation zweier Individuen mit Austausch von Teilen der Geschlechts- oder Nebenkerne, worauf wieder eine Teilung der konjugierten Wesen erfolgt. Die Verjüngung kann aber auch, wie Calkins gezeigt hat, durch chemische Einflüsse oder mechanische Reize erfolgen, z. B. durch Vertauschung des bisherigen, aus Heuaufguß bestehenden Nährbodens der Kolonie mit einem Fleischnährextrakt oder durch eine starke Erschütterung; so erholte sich eine in Depression befindliche Kultur Calkins' vollkommen durch eine längere Eisenbahnfahrt.

*) Zeitschrift für allgem. Physiologie, Bd. III, Heft 3. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 41.

*) G. Heilig, Konjugation und natürlicher Tod. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 30.

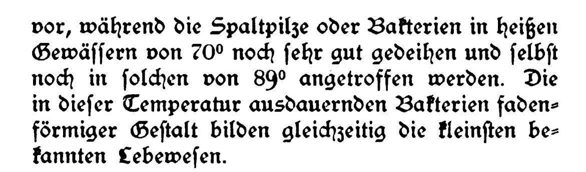


Die Ursache dieser Depressionen, die, wenn sie nicht behoben werden, schließlich allerdings zum natürlichen Tode des Protozoons führen, liegt nach den neuesten Untersuchungen Hertwigs in einer Veränderung des normalen Massenverhältnisses von Kern und Plasma der Zelle. Jede Lebensverrichtung der Zelle ist mit einer Größenzunahme des Zellkerns verbunden, der die Tätigkeit der Zelle dadurch ermöglicht, daß er ihr bestimmte Stoffe entzieht. Hierauf entzieht seinerseits der Zelleib dem Kern wieder Substanzmengen und stellt so das normale Massenverhältnis beider Teile wieder her. Im Depressionszustand ist also der Zellkern bedeutend vergrößert; dagegen wird bei der Encystierung eine beträchtliche Menge der Kernmasse durch das Protoplasma aufgelöst und aufgesogen, und ebenso wird bei der Konjugation der Infusorien der weitaus größte Teil des Kernapparates, der Hauptkern oder somatische Kern, rückgebildet.

Indem Hertwig einige Protozoen, das Sonnentierchen und ein Infusor (Dileptus Gigas), unter Verhinderung der „Verjüngung" durch Konjugation oder Einkapselung fortgesetzt stark fütterte, erreichte er gewaltige Massenzunahme des Zellkerns, die die Tierchen anfangs unter Symptomen der Depression wieder auf das normale Maß zurückzuführen vermochten. Auf die Dauer jedoch erwies sich die kernauffaugende Kraft des Plasmas als ungenügend, und die Tiere gingen unter Bildung von verhältnismäßig ungeheuer großen Kernen zu Grunde. Beim Sonnentierchen hatte z. B. der Kern bis auf das 3000fache zugenommen.*)

Die von den oben genannten Forschern mit Protozoen vorgenommenen Versuche entfernen nun die Tierchen aus ihren natürlichen Lebensbedingungen, indem die Züchtung der Kulturen auf künstlichen Nährböden vorgenommen wird. Daß es unter solchen Verhältnissen zu Katastrophen in den kleinen Kolonien kommt, ist nicht zu verwundern. Vielleicht besitzen die Protozoen in dem ihnen angemessenen Naturzustande Mittel, das Leben durch Verjüngung der Zellen immer wieder von vorne zu beginnen und sich so als die wahren Unsterblichen zu erweisen.

Schon ihre verhältnismäßig große Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse verbürgt den niedersten Lebewesen ein langes Dasein. Dem Mangel und der Dürre entziehen sie sich durch Einkapselung, bis sie der erste Regentropfen zu neuem Leben erweckt. Daß sie den tiefsten von uns künstlich dargestellten Temperaturen trotzen und eine Kälte von —182° C unbeschadet ihrer Gesundheit überdauern, ist schon im II. Jahrbuch (S. 148) berichtet. Aber auch starke Hitzegrade tun ihrem Wohlbefinden keinen Eintrag, wie W. N. Setcheli bei Untersuchung der Lebewelt verschiedener heißer Quellen und Geysire Nordamerikas festgestellt hat. Besonders die niedere Pflanzenwelt zeichnet sich in dieser Hinsicht aus, während tierisches Leben in heißen Wassern über 43° C nicht mehr angetroffen wurde. Spaltalgen kommen in heißen Quellwassern von 65 bis 68°, ausnahmsweise sogar bis zu 77° C


vor, während die Spaltpilze oder Bakterien in heißen Gewässern von 70° noch sehr gut gedeihen und selbst noch in solchen von 89° angetroffen werden. Die in dieser Temperatur ausdauernden Bakterien fadenförmiger Gestalt bilden gleichzeitig die kleinsten bekannten Lebewesen.

Organentstehung und Organtechnik.

Die Entwicklungslehre steckt sich nicht nur das Ziel, nachzuweisen, wie aus einfacheren, im System niedriger stehenden Lebewesen höhere Organismen hervorgegangen sind, sondern auch die nicht weniger schwierige Aufgabe, die Heranbildung der einzelnen Organe niedriger Arten zu den entsprechenden oder zu ganz neuen komplizierteren Werkzeugen der aus ihnen hervorgegangenen Spezies zu erklären. Für die Zoologie hat in den letzten fünfzig Jahren der namentlich von dem Heidelberger Professor C. Gegenbaur ausgebaute Zweig der vergleichenden Anatomie diese Aufgaben zu lösen sich bemüht, und wenn das auch nicht in allen Punkten gelungen ist, so bietet doch dieses Forschers „Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere", deren zweiter Band kürzlich erschienen ist, eine Fülle von wunderbaren Einblicken in das Werden und den Wandel der Organe und Organkomplexe. Es herrscht, wie Dr. med. W. v. Gößnitz betont, in der Organismenwelt weniger reine Neubildung als im wesentlichen stets die Heranziehung von vorhandenen Organen, deren Bedeutung abnimmt oder zurücktritt, zur Neuschaffung und Ausbildung von Organen steigender Bedeutung.

Dies läßt sich kaum an einem anderen Organkomplex so schön darlegen wie an dem Kiemenskelett der Fische mit seinen Umbildungen, die es im Laufe der Zeit erfahren hat, indem es in eine zunehmende Zahl neuer Organe überging.

Die zwar schon bei niedrigeren Wesen vorhandenen, aber erst bei den Fischen auf der Höhe ihrer Funktion, der Atmung, stehenden Kiemen bestehen aus einem blutreichen Gewebe, dessen vielfach gefaltetes, auch durchbrochenes Epithel den Sauerstoff des Wassers den unter ihm liegenden Kapillargefäßen (feinsten Blutäderchen) zuführt und die überschüssige Kohlensäure abgibt. Zur Stütze der Kiemen dient bei dem einfachsten Fischtiere, dem Amphioxus, ein hautartiges Stützgewebe, das dann vom Skelett der Wirbelsäule aus allmählich verknorpelte und noch später verknöcherte. Dieses Stützgewebe ist dem Kopfe bogenförmig angelagert, seine einzelnen Teile sind die Kiemenbogen (Visceralbogen), die aus je einem vorderen (ventralen, am Bauch gelegenen) und hinteren (dorsalen, dem Rücken benachbarten) Abschnitte bestehen. Bei vielen Fischen ist über sämtliche Kiemen eine Deckfalte, der Kiemendeckel, gezogen. Die Kiemenbogen spielen für das vorderste Ende des Darmes in der Kopfregion dieselbe Rolle wie die Rippen für den mittleren Teil in der Rumpfregion.

Dieser dem Wasserleben der Fische vorzüglich angepaßte Atemapparat hat nun, indem er bei den höheren Wirbeltieren allmählich unbrauchbar wurde, wichtige Umbildungen erfahren; bei den niederen Klassen beteiligte er sich, wie v. Gößnitz eingehend

*) Dr. E. Neresheimer in Naturw. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 38.



nachweist, am Aufbau der Kauwerkzeuge und später bei höheren Formen an der Ausbildung des Gehörorgans und der Luftwege.*) Damit ist jedoch die Bedeutung der meist in der Neunzahl vorhandenen Kiemenbogen nicht erschöpft. Auch die vorderen und hinteren Gliedmaßen werden von ausschlaggebenden Autoritäten der Abstammung nach auf zwei Kiemenbogenpaare zurückgeführt, eine Anschauung, die freilich auch ihre Gegner, und zwar hervorragende, hat.

Die paarigen Flossen der Fische, Brust- und Bauchflosse, sind die Vorläufer der paarigen Extremitäten sämtlicher übrigen Wirbeltiere. Das Einheitliche an ihnen bis herauf zum Menschen ist der Besitz je eines Extremitätengürtels, des Schulter- und des Beckengürtels, und je eines Paares freier,



Vierbeiniges Huhn.

mit dem zugehörigen Gürtel beweglich verbundener Extremitäten: der vorderen und hinteren Gliedmaßen oder Arme und Beine.

Nach Gegenbaurs Theorie stammen die paarigen Extremitäten von zwei letzten Kiemenbogen in ihrer Gesamtheit ab. Der Gürtel und das daran befestigte Gliedmaßenpaar stellen also ursprünglich eine gemeinsame Anlage dar, die von der Verbindungsstelle beider peripheriewärts in Ober- und Unterarm, Hand, Finger u. s. f. ausgewachsen ist. Diese ehedem am Hinterrande des Kopfteiles stehenden Bögen wanderten unter fortgesetzter Aus- und Umbildung nach hinten, in der Richtung nach dem Schwanzende des Körpers, bis sie schließlich an ihren jetzigen, auch bei den Säugetieren noch nicht völlig fixen Punkten als vordere und hintere Extremität anlangten.

Diese Umbildung setzt die Möglichkeit weitgehender Teilungen der anfänglich einfachen, nur aus je zwei Stücken bestehenden Kiemenbogen voraus. Daß die Fähigkeit solcher Teilungen vorhanden ist, beweist uns noch heute das Auftreten überzähliger organischer Bildungen, denen Prof. Tornier eingehende Untersuchungen gewidmet hat. Die so gewonnenen Ansichten konnte er zum Teil auch durch das Experiment beweisen, indem er eine Anzahl der in der Natur vorkommenden überzähligen Bildungen künstlich erzeugte.

Die Untersuchungen zeigten stets, daß überzählige Gliedmaßen und andere Doppelbildungen nur aus Wunden durch falsche Verwendung der inneren Heilkraft (Regenerationskraft) hervorgehen.



*) Die Kiemenbogentheorie der Wirbeltiere, Naturw. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 9 und 10.

Solche Wunden entstehen aber durch technische Kräfte, wie Druck, Zug, Verbiegung und Knickbeanspruchung, so daß nach ihrer Einwirkung ganz charakteristische Verbildungen entstehen, aus denen noch im Alter des Tieres zu erkennen ist, wie sie entstanden sind. Die zwei- und dreizinkigen Gabelschwänze der Eidechsen z. B. entstehen durch Einwirkung biegender Kräfte. Trifft dabei der Scheitel der Verbiegung mit der Berührungsstelle zweier Wirbel zusammen, so entsteht dort an der Zugseite eine klaffende Rißwunde im Schwanze, die zwei Wundflächen zeigt, während an der Angriffsstelle der biegenden Kraft der Schwanz abbricht und bald eine Ersatzspitze wiedererzeugt. Das Verhalten der beiden Scheitelwundflächen hängt davon ab, ob sie dicht nebeneinander liegen oder auseinanderklaffen. Im ersten Falle wird eine überzählige Schwanzspitze angelegt, die jedoch unentwickelt bleibt, im zweiten Falle werden je nach der Breite des Risses eine oder zwei Skelettröhren gebildet, so daß eine zwei- bezw. dreiteilige Schwanzwirbelsäule entsteht. Letzteres braucht nicht sichtlich hervorzutreten; denn meistens wachsen die beiden Skelettröhren parallel nebeneinander und werden von einer gemeinsamen Hauthülle umgeben.

Auch an den Gliedmaßen können überzählige Bildungen auftreten, z. B. bei Schweinen ein oder zwei überzählige Zehen, deren Entstehung auf ein Zersprengen des inneren Fußwurzelknochens der unteren Reihe zurückgeführt werden muß. Ähnlich verhält es sich bei den Hirschartigen. Natürlich müssen derartige Verletzungen vor der Ausbildung der betreffenden Glieder, in der frühesten Jugend oder in der Embryonalzeit des Tieres, erlitten sein.

Ganze überzählige Gliedmaßen sind bei Fröschen, Enten und Hühnern beobachtet. Sie entstehen aus Wunden, die ein Schulter- oder Beckengürtel durch Verbiegung einzelner seiner Partien erhält. Hühner und Enten mit überzähligen Gliedmaßen besaßen außer letzteren noch ein bis zwei Blinddärme mehr, als sie normalerweise haben, ja ihr Darm gabelte sich vor seinem Ende in zwei Kloaken, von denen jede ihren besonderen After hatte. Auch hier lag eine Sprengung des Beckengürtels dem Auftreten der überzähligen Gebilde zu Grunde.

Überzählige Wirbelpartien entstehen, wenn bei einem Embryo die Wirbelsäule oder ein Teil derselben über ein bestimmtes Maß verbogen wird, ohne daß dabei Einrisse in Haut und Weichteilen entstehen. Tritt aber letzteres ein, so wird die Regeneration weit umfangreicher: bei einem Risse in die Weichteile des Halses und die Halswirbelsäule bilden sich zwei Köpfe, zwei Gesichter bei einem Längsriß durch die Weichteile einer Gesichtshälfte und der Gesichtsknochenanlagen, und in ähnlicher Weise Zwillingsformen.*)

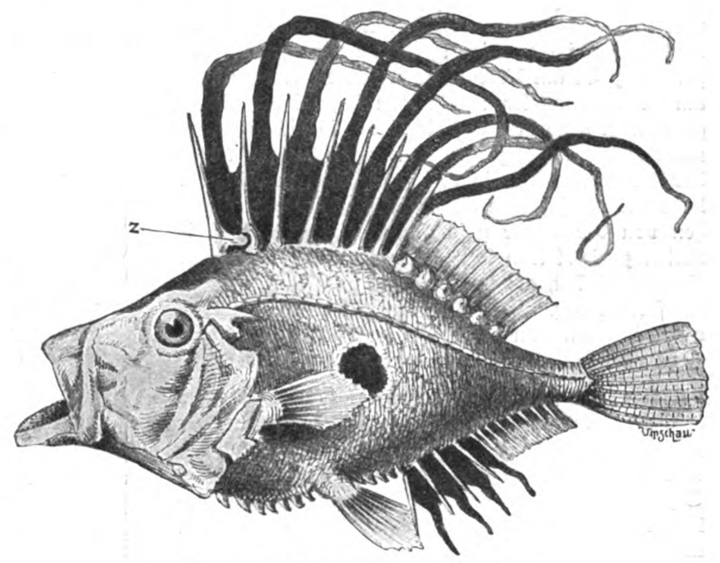
Derselben Kräfte aber, die wir hier als Schädiger des Körpers und als Erzeuger von Mißbildungen wirken sahen, bedient sich der Organismus in früher ungeahntem Maße, um mit möglichst geringer Kraftentfaltung möglichst große Wirkungen zu erzielen, also zum Ersparen von Kraft, und zwar

*) Dr. Rabes in Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 37.

hauptsächlich von Muskelkraft. Vielleicht hat Prof. Horváth in Kasan recht, wenn er die Hypothese aufstellt, daß die Unermüdbarkeit eine ursprüngliche Eigenschaft der Muskulatur ist, und daß nur allmählich mit der Entstehung und Entwicklung der höheren Arten diese Unermüdbarkeit immer geringer wurde, bis sie bei den höchstorganisierten Tieren und im Menschen nur noch in einigen Muskeln erhalten blieb. Es sind das die Muskeln, welche vom Willen und Verstande unabhängig sind: das Herz, sämtliche glatten Muskeln und auch die Atemmuskeln. Um so wichtiger ist es für den Organismus, daß er der Muskelermüdung durch rein mechanische Mittel vorbeugen, seine Kräfte schonen kann durch Anwendung von Ketten, Sperrvorrichtungen, Gelenken, Führungen, deren sich die Technik schon seit Jahrtausenden bedient, die aber als höchst wesentliche Bestandteile des tierischen Maschinismus noch bei weitem nicht von allen Naturforschern anerkannt werden. Jedes lebende Wesen, sagt Fournier, ist ein Organismus, der sich selbst aufbaut, und zwar durch chemische Prozesse und nach den Gesetzen der menschlichen Technik. Ein Grundgesetz der „Biotechnik" z. B. ist, daß durch Zug ein Gewebe im Wachsen gefördert wird. Es läßt sich an der Bildung der Schwimmhäute erläutern; Reibung, d. h. eine aus Zug und Druck zusammengesetzte Bewegung, in welcher stets der Zug überwiegt, muß an der Stelle, wo sie auf den Organismus wirkt, eine Gewebewucherung hervorrufen; daraus folgt, daß Schwimmhäute am Körper dort entstehen, wo die Luft und das Wasser beim Vorbeistreifen am stärksten reiben, d. h. an den Seiten der Finger und des Körpers.

Fast alle dem Maschinenbauer an seinen Maschinen bekannten Elemente finden sich im tierischen und menschlichen Organismus wieder, in den mannigfachsten und zweckdienlichsten Zusammensetzungen und in zahllosen verschiedenen Ausführungen. Da die zur Vergleichung notwendige Kenntnis der technischen, manchmal ganz falsche Vorstellungen weckenden Ausdrücke nicht allgemein vorausgesetzt werden kann, so wollen wir uns an dieser Stelle damit begnügen, an der Hand der Ausführungen Dr. Otto Thilos, der den tierisch-technischen Mechanismus jahrzehntelang studiert hat,*) einen Punkt aus dem reichen Material herauszugreifen: die Sperrvorrichtungen im Tierreiche.

Die beweglichen Stacheln der Fische, besonders die Rückenstrahlen, besitzen gewisse Vorrichtungen, welche den Tieren die Möglichkeit bieten, ihre Stacheln ohne Muskelkraft beliebig lange aufrecht zu erhalten. Diese „Sperrvorrichtungen" entsprechen völlig den Gesperren, die der Techniker überall da anwendet, wo er einen beweglichen Maschinenteil dauernd festzustellen hat. Die Sperrklinken der Schiffsankerwinden, die Hemmschuhe der Wagenräder, welche den Pferden beim Bergabfahren das Zurückhalten des Wagens erleichtern, sind Beispiele solcher Gesperre, denen die Sperrvorrichtungen mancher Fische genau nachgebildet erscheinen. So fand Dr. Thilo die beiden ersten Strahlen der Rükkenflosse des Heringskönigs (Zeus faber) zu einem Zahngesperre hergerichtet, indem, wenn beide aufgerichtet sind, der erste Strahl mit einem zahnartigen Fortsatze sich gegen den zweiten stützt. Nur wenn man vorher den zweiten niedergelegt hat, läßt sich der erste zurückdrücken. Manche dieser Gesperre sind so schwierig zu lösen, daß man, wie Thilo in einigen größeren Museen sah, oft kleine Fische in



Zahngesperre des ersten Rückenstachels bei Zeus.

sehr große Behälter gesetzt hat, weil man sie nicht durch Niederlegen ihrer Stacheln in entsprechende kleinere hatte bringen können.

Neben den Zahngesperren finden im Tierreich auch die Reibungsgesperre Anwendung. An ihnen ist der Zahn zu einer rundlichen Scheibe umgeformt, welche den zu haltenden Gegenstand feststellt. Vorrichtungen, wie die bekannten Doboschen Klemmgesperre oder die amerikanischen Yaleschlösser finden wir am Rückenstachel des Einhorns, eines zwischen den Korallenriffen des Roten Meeres lebenden Fisches, (Monacanthus), wieder. Die arabischen Fischerknaben kennen das Einhorn sehr gut und wissen, daß es sich in Felslöcher flüchtet und hier mit seinem Stachel gegen die Decke des Loches stemmt, um sich nicht herausziehen zu lassen. Es glückt ihnen nur dann, der Beute habhaft zu werden, wenn sie den Rückenstachel niederlegen, und das gelingt nur, wenn man den zweiten kleinen Strahl hinter jenem, die Zuhaltung oder den Sperrknochen, niederdrückt, wie den Drücker an einem Flintenschloß. Mit Hilfe dieses Sperrknochens kann das Einhorn seinen Rückenstachel unter jedem beliebigen Winkel von 0 Grad bis 90 Grad auf-

*) Biolog. Zentralbl., Bd. 19, Nr. 15; Bd. 21, Nr. 16. Die Umschau, 7. Jahrg. (1904), Nr. 53. Journal of Anat. and Physiol., Bd. 35, S. 205.



rechterhalten, ohne seine Muskeln auch nur im mindesten anzustrengen.

Manche Fische, z. B. unser Barsch, vermögen ihre Stacheln ganz ohne Sperrhaken festzustellen, indem sie sie in sogenannte „Totlage" bringen. Dann kann der Druck des Wassers beim Schwimmen den Stachel nicht zurückdrängen, weil die Kraftrichtung des Druckes der Richtung des Stachels parallel läuft und ihn höchstens noch etwas fester gegen seine Gelenkhöhle drückt. Der Fisch aber überwindet die Totlage dadurch, daß seine die Stacheln dirigierenden Muskeln die Gestalt eines Dreiecks haben, das mit der Basis an der Wirbelsäule, mit der Spitze an dem Stachel befestigt ist. Die Fasern des Muskels divergieren also sehr bedeutend zur Wirbelsäule hin und können daher Kräfte von sehr verschiedenen Richtungen erzeugen. Während eigentliche Sperrvorrichtungen am menschlichen Skelett wohl kaum vorkommen, finden wir die Totlagen mehrfach ausgenützt, z. B. am Kniegelenk beim Stehen oder auch am Ellenbogengelenk: stützt man sich bei vollständig gestrecktem Unterarm auf die Hand, so bilden Ober- und Unterarm eine gerade Linie und es bedarf keiner Muskelkraft, um sie in dieser Stellung zu erhalten. Was die menschlichen Maschineneinrichtungen hinter den von der Natur geschaffenen tierischen Maschinerien zurückbleiben läßt, ist weniger ihre geringere Zweckmäßigkeit, als ihr unverhältnismäßig größerer Kraftverbrauch. Die Totlagen und Sperrvorrichtungen werden in der Natur dazu benützt, Muskelkraft zu sparen.

Als ein sehr zusammengesetzter Mechanismus erscheint, anatomisch betrachtet, das Kiemengerüst der Fische; seine vielen Knochenplatten, Gräten und Gelenke wirken geradezu verwirrend. Als jedoch Dr. Thilo dieses Gerüst nach den Regeln des Zwangslaufes untersuchte, fand er eine ziemliche einfache, allen wohlbekannte Vorrichtung: die Fische spannen ihre Kiemenhaut mit demselben Mechanismus, den wir zum Spannen des Regenschirmes benutzen. Genau so erging es Dr. Thilo mit jener eigentümlichen „Schubkurbel" am Kiefergerüst der Vipern. Erst als er wußte, was eine Schubkurbel ist, konnte er sie begreifen und, wie andere Mechanismen am tierischen Körper, nachbilden. Es wäre diesen, von ihm in der Naturforscher- und Ärzteversammlung zu Kassel vorgelegten und erläuterten Nachbildungen eine recht ausgiebige Einführung als Modelle für den naturgeschichtlichen Unterricht zu wünschen.

Während jedoch die Schubstangen und ähnliche Vorrichtungen an Maschinen in streng vorgeschriebener Bahn, zwangläufig, geführt werden, wäre am Kiefergerüst der Viper eine so strenge Geradführung unpraktisch; denn sie würde die Nachgiebigkeit des ganzen Gerüstes in hohem Grade verringern und so zum Bruche der Knochenspangen führen. Aus ähnlichen Gründen ist auch eine andere, am Maul einiger Fische vorkommende Geradführung nicht streng zwangläufig. Sie läßt sich am besten beim Lippfisch erkennen, der seinen etwa 12 Zentimeter langen Körper durch Spitzen des Maules um ein volles Sechstel verlängern kann. Wäre die Muskulatur dieser Vorrichtung so streng zwangläufig wie an Dr. Thilos Modell, so würde eine Totlage der Muskeln, eine chronische Maulsperre entstehen.

Es steht sicher zu erwarten, daß uns das weitere Verfolgen dieser biotechnischen Untersuchungen, um die sich vor Dr. Thilo der bekannte Reuleaux, der Amerikaner Thurston und andere verdient gemacht haben, noch manches Geheimnis des Organismus entschleiern wird. Möchten nur recht viele Ingenieure ihr Interesse und ihre Kenntnisse diesem Zweige der Naturforschung zuwenden!

Erloschene Geschlechter.

Hoffentlich ruft der Leser nicht, wenn wir wieder ein Stück vergangener Lebewelt vor unseren Augen passieren lassen: ein petrefaktisch Lied — ein traurig Lied! Freilich traurig, daß wir all die gewaltigen Helden, von deren Leben und Lieben unser vortrefflicher Joseph Viktor v. Scheffel manch lustiges Schelmenlied gesungen, nur noch als „alte Herren" in den Schränken und Kästen der Museen begrüßen können; wenn doch die findige Phantasie der Paläontologen wenigstens mehr von ihnen in Gestalt von Rekonstruktionen, wie die kämpfenden Dinosaurier oder das rekonstruierte Mammut, den Triceratops u. a., wollte erstehen lassen (s. Jahrb. I und II). Leider können wir diesmal nur mit Knochen aufwarten und müssen zu ihrer Belebung schon auf die Phantasie des Lesers bauen.

„Und der uns hat gesungen dies petrefaktische Lied, der fand's als fossiles Albumblatt auf einem Kropolith." Hoffentlich weiß die geehrte Leserin Scheffels, was Koprolithen sind; ich wäre sonst in der peinlichen Lage, sagen zu müssen, daß sie die versteinerten Exkremente fossiler Tiere, namentlich von Reptilien, sind. Dem Paläontologen sind sie trotz ihrer dunklen Herkunft Gegenstände eingehenden interessanten Studiums. L. Neumayer hat bei Untersuchung solcher Verdauungsreste aus dem Perm, der auf die Steinkohlenzeit folgenden Formation, von Texas die Entdeckung gemacht, daß in diesen fossilen Albumblättern nicht nur die Nahrung, sondern bei der Mehrzahl von ihnen auch die sie einschließende Darmwand, also der im Tiere fossil gewordene Darm, zusammen mit seinem Inhalt vorliegt. Prof. Dr. Hoernes schlägt für die Albumblätter in ihrem natürlichen Einband den Namen Enterolith vor. Die Untersuchung des Darminhaltes größerer fossiler Schuppenlurche beweist, daß ihre Nahrung fast ausschließlich aus kleineren Individuen ihrer eigenen Verwandtschaft bestanden hat. Haben sie deshalb nicht vollauf den Untergang verdient?

In derselben Veröffentlichung*) bringt Ferd. Broilis in längerer Abhandlung über „Permische Stegocephalen und Reptilien aus Texas" einen weiteren Beweis für die Theorie Huxleys, welche den Ursprung der Säugetiere von primitiven Amphibien herleitet.

In den Erörterungen über die Ahnen der Säugetiere nimmt die zu den Reptilien gehörige Gruppe der Theromorpha insofern eine hervorragende Stelle ein, als diese Tiere gewisse Merkmale

*) Paläontographika, 51. Band (1904), 2. u. 3. Lief.



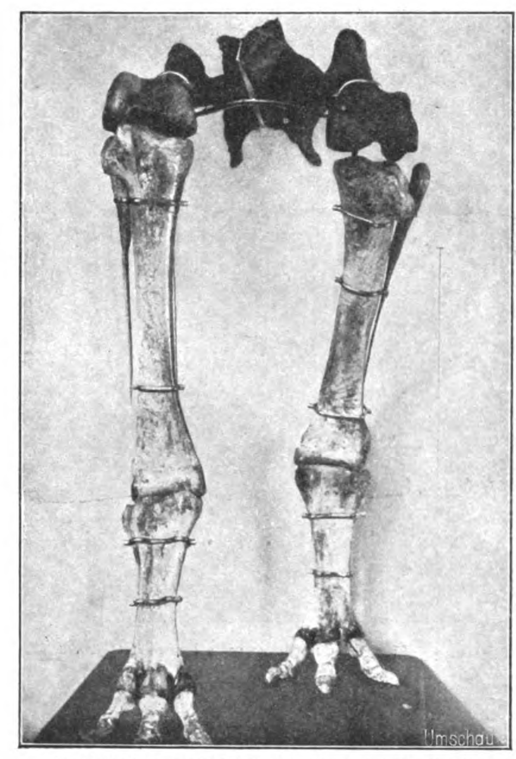
der Kriechtiere, Lurche und Säugetiere in sich vereinigen. Die Gliedmaßen der Landbewohner unter ihnen wurden gestützt durch die feste Verbindung der Brustgürtelknochen und durch ein nach Art der Säugetiere gebildetes Becken; auch in Schädel und Bezahnung zeigen sie bemerkenswerte Abweichungen von den übrigen Reptilien.

Reste dieser Gruppe haben die Perm- und die Triasformation Europas, Amerikas und Ostindiens geliefert. Die meisten und mannigfachsten Überbleibsel von Theromorphen entstammen der Karooformation Südafrikas, aus der etwa ein Dutzend Gattungen, zum Teil mit zahlreichen Arten, bekannt sind. Aber auch Europa besaß damals eine ähnliche Lebewelt. Die nach dem russischen Gouvernement Perm benannte Formation scheint zu Zeiten, als Westeuropa von Meer bedeckt war, mehrfach den Kern alten Festlandes gebildet zu haben; Perm und damit zusammenhängende Trias finden sich teils oberflächlich, teils von jüngeren Schichten bedeckt von Orenburg bis zum Ural und nordwärts bis zum Weißen Meer, ebenso an der mittleren und oberen Wolga und andernorts.

Nachdem schon früher wiederholt Knochenfunde aus diesen Schichten bekannt geworden waren, begann im Jahre 1899 Prof. Amalitzky planmäßige Ausgrabungen, die zu Funden ganzer wohlerhaltener Skelette führten, die nicht nur einzeln, sondern bisweilen zu zweien und dreien beisammen lagen. Der Hauptfundort liegt bei dem Örtchen Sokolki am rechten Talgehänge der Dwina. Die reptilienführende, etwa 12 Meter mächtige Gesteinsbank besteht aus rotbraunen und grauen, durch Kalk und Gips schwach verkitteten Sanden, welche neben Reptilien auch Amphibien, sowie Farne von einer zur permischen Eiszeit in Beziehung stehenden Gattung (Glossopteris) einschließen. Die gefundenen Reptilien sind zumeist Theromorphen aus drei Gruppen, den Pareiosauriern, Anomodontiern und Deuterosauriern. Sie zeigen teils mittlere Größe, Schädel von kaum 30 Zentimeter Länge, teils riesige Verhältnisse, Längen von 4 bis 5 Metern mit Schädeln von 1 Meter Länge und $^2/_3$ Meter Breite. Ein Pareiosaurus der letzteren Größe läßt im Vergleich zu einem Gattungsverwandten aus der Karooformation die gewaltige Entwicklung dieser schließlich doch dem Untergange verfallenen Reptilien erkennen.

Diese Ausgrabungen zeigen uns wieder das russische Permgebiet als Kern eines für die Entwicklung der landbewohnenden Tiere und Pflanzen wichtigen Festlandes, welches zeitweise seine Ausläufer nach Mittel- und Westeuropa vorstreckte und hier, u. a. auch im Rheinland, Thüringen, Sachsen, Böhmen, mancherlei merkwürdige, wenn auch nicht so riesige Tiere geliefert hat.*)

Während diese Riesengeschlechter untergingen, haben sich so zarte Wesen wie die Quallen in der schützenden Flut aus noch entlegeneren Erdperioden bis heute erhalten. Nachdem schon in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Zeugnisse ihres Daseins aus verschiedenen Schichten entdeckt sind, hat man jüngst bei Laurenburg a. d. Lahn in einer der ältesten,



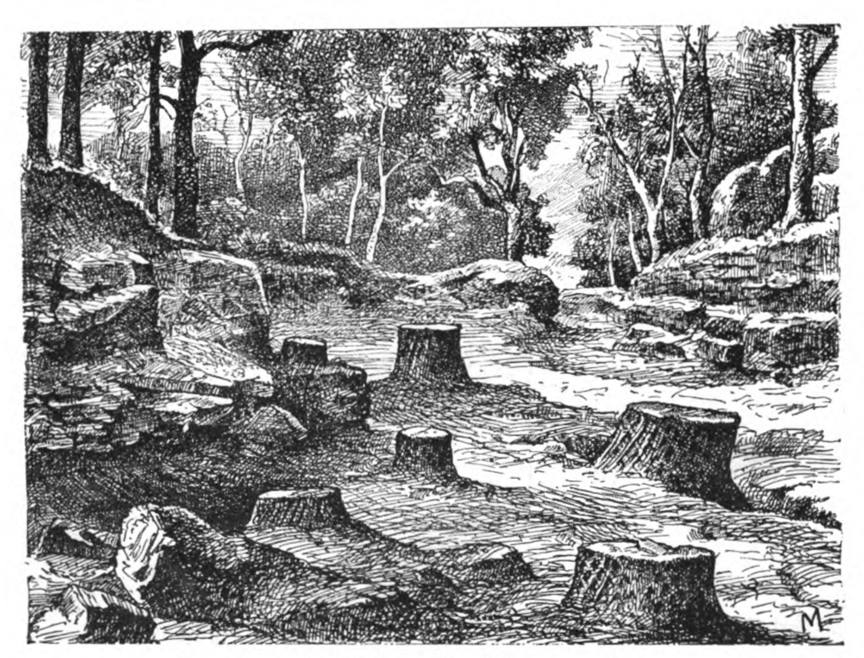
Die Beine von Aepyornis ingens ($^1/_{12}$ d. natürl. Größe).

der Steinkohlenzeit vorausgehenden Formationen, dem Devon, das erste Medusenfossil entdeckt. Es besteht in dem Abdruck der Oberseite des Schirmes einer Meduse, die mit einer schon länger bekannten (Brooksella) völlig übereinstimmt. Als Rheinländerin hat sie den Namen Brooksella Rhenana erhalten.

Da wir uns gerade im Rheinlande befinden, so sei im Anschluß an diesen Fund gleich der Walfischreste gedacht, die Prof. Pohlig aus Bonn jüngst im Tertiärsand unweit Düsseldorfs gefunden hat. Für die Rheinlande sind solche Funde neu und aus so alten Schichten überhaupt kaum bekannt. Während sich weiter südlich im Urrheindelta die oberen Braunkohlenschichten bildeten, kamen also bei Düsseldorf Meerablagerungen zu stande, ähnlich denen, die sich nach ungezählten Jahrtausenden an unseren Küsten absetzten. In den Nordseegegenden sind die angeschwemmten Walfischreste im Küstensand stellenweise so häufig, daß man aus den riesigen Knochen Hoftore und Gartenzäune errichtete. So mögen auch früher die Knochen gestrandeter großer Wale im rheinischen Tertiärsand begraben worden sein.

Noch näher an die Gegenwart führen uns die Funde gewaltiger Vogelskelette und der Reste riesiger Dickhäuter, die zum Teil noch mit dem Menschen zusammen über die Erde gewandelt sein mögen. Aus den Moorgründen der Küsten Madagaskars hat der französische Forscher G. Grandidier neue Reste von Riesenvögeln zu Tage gefördert, Tiere von kolossalen Dimensionen, deren Eier 8 bis 10 Liter, also fast einen Wassereimer

*) A. Jentzsch, Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 40.



Der bei Glasgow entdeckte Rest eines fossilen Waldes aus der Kohlenperiode.

wurde, als die westlichen kleinen Mittelmeerarten, deshalb eine Sonderentwicklung einschlug. Man darf demgemäß schließen, daß Cypern verhältnismäßig früh eine Insel wurde, eine Vermutung, die dadurch unterstützt wird, daß die Insel rings von tiefem Wasser umgeben und nirgends durch untergetauchte Bänke mit den Nachbarländern verbunden ist, wie etwa die Malta-Inseln. Während die Maltesischen Zwergelefanten mit Elephas antiquus, dem Elefanten der deutschen Zwischeneiszeit (Taubacher Tierwelt), und dem afrikanischen eng verknüpft erscheinen, besteht beim cyprischen Zwergelefanten gar keine Beziehung zu afrikanischen Arten.

Inhalt hatten. Sie gehören zur Familie Aepyornis, waren unfähig zu fliegen und stolzierten auf dicken, dreizehigen Beinen einher. Die Familie bestand aus zwölf Arten, darunter etlichen von mehr als 3 Metern Höhe; der Zwerg dieses Riesengeschlechtes besaß Trappengröße, während das größte Mitglied den „langen Josef", die bekannteste „Größe" der Gegenwart, beschämte. Der Oberschenkelknochen ist sehr kurz und kräftig, Schienbein und Mittelfußknochen sind sehr kräftig entwickelt, alle diese Teile lassen auf eine äußerst starke Muskulatur schließen. Aus bestimmten Zeichen läßt sich entnehmen, daß der Bauch des Aepyornis ingens, wie der größte unter ihnen genannt ist, fast die Erde berührte. Das Tier glich also weniger dem mit ihm verglichenen eleganten Strauße, sondern eher den ausgestorbenen Riesenvögeln Neuseelands oder dem neuholländischen Emu.*)

Während das Inselleben dem Vogelgeschlechte offenbar sehr zuträglich war und die Entstehung von Riesenformen förderte, scheint es auf die Säugetiere hemmend oder gar die Entstehung von Zwergformen fördernd gewirkt zu haben. Noch heute sind die Inselformen, z. B. der Tiger, die Pferde, vielfach kleiner als die entsprechenden Festlandtiere. Auf den Inseln des Mittelmeeres lebten während des jüngsten Tertiärs (Pleistocäns) kleine Elefantenformen, die einander in vielen Punkten ähnelten, hinsichtlich der Zahnbildung aber doch so wohl charakterisiert sind, daß Dorothy M. A. Bate**) die cyprische Form, den Elephas cypriotes, von den Pygmäen des westlichen Mittelmeeres, Maltas, Siziliens, als eigene Form unterscheiden möchte. Es ist wahrscheinlich, meint sie, daß der cyprische Elefant in einer früheren Periode isoliert

*) Die Umschau, 7. Jahrg., Nr. 46.

**) The Geological Magazine Nr. 481 (Juli 1904.)

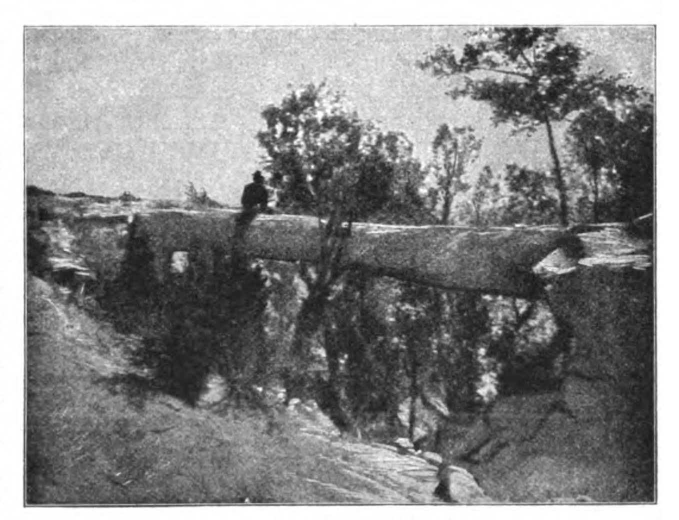
Wie nahe Verwandtschaft zwischen dem längst ausgestorbenen Mammut und dem heutigen Elefanten besteht, hat Friedenthal durch das Experiment nachgewiesen, indem er Blut eines im sibirischen Eise gut konservierten Mammuts dem Serum zusetzte, das er erhalten hatte, indem er Kaninchen Elefantenblut einspritzte. Neben vielen, durch das Alter und die dadurch bewirkten Veränderungen des Mammutblutes wohl erklärlichen Fehlschlägen trat zweimal die typische, für Blutsverwandtschaft zeugende Reaktion auf (s. I. Jahrb., S. 303).

Auch Amerika hat einmal, wie im Diluvium und früher Europa, seine großen Dickhäuter besessen, die hier, gleich den Pferden, bis auf die Tapire völlig erloschen sind. Über die südamerikanischen Mastodonarten berichtet Freiherr E. v. Nordenskiöld*) auf Grund eigener Forschungen in Argentinien und älterer Sammlungen. Es lassen sich in Südamerika zwei Variationsmittelpunkte der Gattung Mastodon unterscheiden, eins in den Anden (Tarijatal), das andere um Buenos-Aires, in Uruguay und der Nachbarschaft. Das Gebirgsmastodon (M. Andium) war kleiner und hatte längere, gekrümmte Stoßzähne mit deutlichem Schmelzband, während die Stoßzähne des Mastodons der Ebenen (M. Humboldti) kurz, dick und mit undeutlichem Schmelzband versehen waren. Während europäische und asiatische Mastodonten das Miozän und Pliozän nicht überlebt haben, hat sich in Südamerika, wo er ohne Konkurrenz durch vorteilhafter entwickelte Arten, die Elefanten, dastand, der Mastodontypus bis ins Pleistozän hinein erhalten; dann erlosch er auch hier.

Zum Schluß dieses Abschnittes sei uns noch

*) Verhandl. der K. Schwed. Akad. der Wissensch., Bd. 37, Nr. 4.

ein Blick in die Wunderwelt des „wilden Westens" der Vereinigten Staaten, in die Farbenwüste von Arizona mit ihren versteinerten Wäldern vergönnt. Die nicht weit von dem berühmten Grand Canon des Colorado gelegene Painted Desert verdient ihren Namen; denn die das Gestein zusammensetzenden Letten, Schiefertone Sandsteine sind durch prächtige rote, blaue, gelbe und grüne Färbung ausgezeichnet, so daß namentlich im hellen Sonnenschein die Landschaft der Farbenwüste ein in zahllosen herrlichen Tönen gemaltes Bild bietet. Hier nun liegen in der Nähe des Rio Puerco, eines linksseitigen Zuflusses des kleinen Colorado, die Reste des verkieselten Waldes. Prächtig rot oder gelb gefärbte Stücke von Achat und Chalcedon mit der typischen Struktur von Baumrinde, weiterhin Teile von Baumstämmen, die ebenfalls in Achat, Jaspis oder Chalcedon umgewandelt sind, bereiten den Besucher auf die eigentliche Trümmerstätte vor, die mehr einer von Säulentrommeln überdeckten Ruinenstätte antiker Tempelstädte als einem ehemaligen Walde gleicht.



Versteinerter Baumstamm als Naturbrücke.

Nur sehr wenige Baumstämme nämlich sind ganz geblieben. Zweige oder Äste finden sich niemals daran; ebenso steht nie mehr einer aufrecht. Der besterhaltene Stamm, an seinem dicksten Teile 1·3 Meter stark und 35 Meter lang, spannt sich als Brücke über einen Hohlweg von 14 Metern Breite und verschwindet mit seinem einen Ende in einer Sandsteinschicht, so daß der angegebenen Länge noch etwas hinzuzusetzen ist. Sicher sind die Stämme den Sandstein- und Schiefertonschichten bei deren Bildung zunächst in unzerstückeltem Zustande eingelagert worden, hier durch Aufnahme gelöster Silikate (Kieselsäureverbindungen) in ihre Gewebe versteinert und konserviert worden. In der Tertiärzeit erfuhren die Schichten, die jurassische oder kretazeische Bildungen sein sollen, eine beträchtliche Hebung, die den steinernen, spröden Stämmen durch Knicken und Zertrümmern übel mitspielte. Die Tätigkeit der Erosion befreite sie aus den umhüllenden Schichten, die weniger widerstandsfähig waren als die kieselimprägnierten Hölzer.

Die Mehrzahl der merkwürdigen versteinerten Baumriesen scheint einem araukarienartigen Nadelholz anzugehören, manche Stücke zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit der virginischen Zeder, einer Wacholderart. Die wunderbare rote, gelbe oder mattblaue Färbung der Bruchflächen aber hebt sie über alles hinaus, was wir sonst an versteinerten Hölzern kennen.*)

Auch in Europa sind sogar an Ort und Stelle noch wurzelnde Stämme aus älteren Erdperioden nicht selten. Hier sei nur auf den neuerdings bei Glasgow (Viktoria-Park unweit Partick) entdeckten Lepidodendron-Hain aus der Steinkohlenperiode mit seinen aufrechtstehenden, merkwürdig gefelderten Stämmen verwiesen.

*) Naturwiss. Wochenschr., 3. Jahrg. (1904), Nr. 46.

Aus Grün und Blütenpracht.

(Botanik.)

Im Hochzeitgewande. * Das Sexualproblem in der Pflanzenweit. * Wehr und Waffen. * Das grüne Laub.

Im Hochzeitgewande.

Unsere Seele wäre fast stumm, wenn die Blumen mit ihrer Schönheit nicht seit Jahrhunderten die Sprache genährt hätten, die wir sprechen, und die Gedanken, welche die köstlichsten Stunden des Lebens zu verewigen trachten. Das ganze Wörterbuch der Liebe, all ihre Empfindungen sind von ihrem Hauche durchweht, von ihrem Lächeln leben sie. Sie haben von unserer Kindheit an, ja schon vor dieser, in der Seele unserer Väter einen ungeheuren Schatz gehäuft, der unseren Freuden am nächsten liegt, und aus dem wir schöpfen, wann immer wir die holdesten Augenblicke des Daseins recht empfinden wollen. Sie haben um unser Gefühlsleben eine Duftatmosphäre gewebt und verbreitet, in der sich die Liebe heimisch fühlt."

Etwas überschwänglich mag uns dieser Hymnus des großen Neuromantikers Maeterlinck auf die Blumen dünken, aber etwas von der dankerfüllten Zärtlichkeit, die er ihnen widmet, hat wohl schon jeder fühlende Mensch einmal empfunden. Nächst dem in jugendlicher Anmut und Unschuld prangenden Menschenkinde gibt es wohl kaum etwas Reine-



res und Lieblicheres als Blumen. Nicht ohne Grund hat Jesu Auge gerade auf den „Lilien auf dem Felde" voll Wohlgefallens geruht. Vor mir steht seit Tagen im Glas eine Blüte der Türkenbundlilie, ein wahres Wunder von stolzer Schönheit, unablässig, tags schwächer, nachts stärker, ihren edlen, feinen Duft aushauchend. Von den großen, hellgrünen Nektarien der roten Perigonblättern träufelt reichlicher Honig, in elegantem Bogen krümmen sich von der Mitte nach außen die Staubfäden, auf deren nadelfeiner Spitze die langen, rotbraunen Antheren gleich Wagebalken schaukeln. Schon sind sie staubleer und trocken geworden, und doch harrt noch die Blüte, harrt vor allem der Stempel mit der üppigen Narbe aus. Das Hochzeitsgewand darf noch nicht abgelegt werden, denn das Ziel alles Blütenlebens, die Befruchtung, steht noch aus. Den Pollen der eigenen Staubbehälter hat die stolze Schöne verschmäht, schöne Falter der Nacht sollten ihr solchen aus fremden Lilienkelchen zutragen, und wenn ihr dieser Wunsch nicht in Erfüllung geht, ist ihr Duft, ihr Nektar, ihr prangendes Blütenkleid vergebens verschwendet: ohne Frucht welkt sie schließlich dahin.

Farbe und Duft, die beiden nektarverheißenden Zugmittel der Blüte für die Honigliebhaber, sind sehr ungleich in der Blumenwelt verteilt, und Felix Plateau, ein hervorragender französischer Botaniker, glaubte auf Grund seiner Untersuchungen sogar, eine Wirkung der Farbe auf die Insekten verneinen zu können. Auch andere Blütenbiologen, wie Darwin und Delpino, sprachen sich über den Wert der Blütenfarben als Lockmittel sehr zurückhaltend aus, so daß eine erneute Prüfung der Frage von Nutzen schien. Diese von Eugen Andreae angestellte Untersuchung*) zeigte, daß fliegende Insekten vor allem von der Farbe, nicht nur natürlicher, sondern auch künstlicher, ja sogar gemalter Blüten angezogen werden und die Farbe nicht nur zufällig wahrnehmen, sondern direkt befliegen. Jedoch reagieren nicht alle fliegenden Insekten in gleicher Weise auf die Farbe; es lassen sich nach ihrer Reizbarkeit biologisch (nicht systematisch) höherstehende von biologisch rückständigeren unterscheiden. Den ersteren sind hauptsächlich die mannigfachen Gesamtblütenstände und Einzelblumen mit Kontrastfarben angepaßt, zu deren Ausnützung sie durch einen ausdauernden direkten Flug, durch verhältnismäßig lange Lebensdauer und scharfen Gesichtssinn befähigt sind. Die anderen stark duftenden Blumen ohne Kontrastfarben, also von geringerer Auffälligkeit, haben vorwiegend die Aufgabe, die durch kurzen Flug, kurze Lebensdauer im Endstadium, geringes Seh-, aber hohes Geruchsvermögen ausgezeichneten biologisch niederen Insekten anzulocken; letztere nehmen die Farben zwar auch, aber nur aus nächster Nähe, wahr, erstere dagegen steuern einem farbenprächtigen Gegenstande aus großer Entfernung in direktem und schnellem Fluge zu.

Tagesblumen prangen deshalb im allgemeinen in auffallenden und mannigfachen Farben, Nachtblüten zeichnen sich durch matte Färbung, aber starken Duft aus. Ist ein durchdringender Duft bei Tagblühern vorhanden, so dient er höchstwahrscheinlich zum Anlocken niederer Insekten. Eine Mittelstufe zwischen Tages- und Nachtblumen bilden die im Waldesdämmer stehenden Waldblumen, die trotz starker Färbung oft auch stark duften, um sich an ihren versteckten Standorten leichter wahrnehmbar zu machen.

Ein hübsches Beispiel für die wechselseitige Abhängigkeit von Farbe und Insektenflug liefern die Kerguelen. Infolge der zahlreichen auf dieser Inselgruppe auftretenden Stürme haben sich dort nur die Insekten erhalten können, die eine laufende Lebensweise angenommen haben; die anderen wurden beim Fliegen vom Winde in die See geworfen. Durch Nichtgebrauch verkümmerten ihre Flügel, sie vermochten nicht mehr, sich in die Luft zu erheben und nach den bunten „Flaggen" oder „Wirtshausschildern" auszuspähen, und infolgedessen hat auch die Größe des bunten Blütenschauapparates abgenommen. Den rudimentär werdenden Flügeln entsprechen die langsam schwindenden Korollen.

Das Wirtshaus mit dem vielverheißenden Schilde spendet den Gästen Pollen und Honig. Ersterer, die ursprüngliche Gabe, ist bisher in vielen Fällen auch die einzige geblieben, und selbst wo Honig vorhanden ist, liegt er häufig ungemein versteckt, nicht nur in entlegenen und schwer erreichbaren Nektarien, sondern manchmal sogar im Innern der Blütengewebe, so daß das anfliegende Insekt den Nektartopf erst durch einen Stich mit dem Rüssel öffnen muß, bevor es ihn aussaugen kann. Diese haushälterischen Blüten gelten gewöhnlich als Pollenblumen, d. h. honiglose, oder als auf Verbreitung des Blütenstaubes durch Wind angewiesene Anemophile (Windblütler). Daß sie es in vielen Fällen nicht sind, hat an einer ganzen Anzahl von Blüten aus der heimischen Flora kürzlich Dr. Robert Stäger nachgewiesen.*)

Den Nachweis des Nektars oder eines zuckerführenden Gewebes in der Blüte erbringt man durch Einlegen der ganzen Blüte während zirka 24 Stunden in eine alkalische Kupferlösung, das Fehlingsche Zucker-Reagens, nachheriges Kochen der Lösung samt den Blüten und sofortiges Auswaschen derselben in kaltem Wasser. Dann verrät sich etwa vorhandener Zucker fast unfehlbar durch Ausscheidung von rotem Kupferoxydul (Cu_2O) bezw. Indigo; denn die Fehlingsche Lösung scheidet, mit Traubenzucker gekocht, rotes Cu_2O ab.

Auf diesem Wege gelang es Dr. Stäger, bei einer ganzen Anzahl bisher als Pollenblumen anerkannter Blüten honighaltiges Gewebe nachzuweisen. Das Schöllkraut freilich ist und bleibt ein Pollenblütler. Das gemeine Sonnenröschen dagegen, an dem schon saugende Schmetterlinge beobachtet wurden, muß im Blütenboden und den benachbarten Blütenteilen entschieden Zucker führen, ebenso das von Schmetterlingen angebohrte, bisher als ausgemachte Pollenblume geltende Hartheu oder Johanniskraut. Das zierliche Sumpf-Herzblatt täuscht mit den Drüsenköpfchen seiner falschen Staubblätter oder „Saftmaschinen" (Staminodien) den Besuchern nicht nur reichlichen Honig vor, weshalb Herm. Müller es als Insekten-

*) Beihefte zum Bot. Zentralblatt, Bd. XV, S. 427.

*) Beihefte zum Bot. Zentralblatt, Bd. XII, Heft 1.

täuschblume bezeichnete; die Blüte hält vielmehr auch, was sie verspricht, sie hat wirklich Nektar, gleich ihren Verwandten, den übrigen Steinbrechgewächsen, und zwar in den Köpfchen der Staminodien. Der schwarze Nachtschatten, das Urbild einer Pollenblüte, muß auch fernerhin dafür gelten, während das schönere Bittersüß (Solanum dulcamara), dessen Besucherliste bedeutend größer ist als die des Nachtschattens, diese Bevorzugung durch zuckerhaltiges Gewebe des Blütenbodens auch verdient. Feldmohn und Alpenmohn sind im Falle der Not wohl im stande, ihren Besuchern außer Pollen auch ihren eingeschlossenen „Saft" darzubieten. Zu den Saftblumen zählen ferner Tausendgüldenkraut und Friedlos (Lysimachia vulgaris), ferner die „Fensterblüte" des persischen Alpenveilchens, dessen Blütenboden, mit einer Nadel angestochen, sogar ein feines Tröpfchen hervortreten läßt. Etwas ärmer an Zuckerstoff ist das europäische Alpenveilchen und das stark duftende echte Mädesüß (Spiraea ulmaria).

Nicht nur bei diesen zum Teil für reine Pollenblüten gehaltenen Blumen, sondern auch bei mehreren Windblütlern, teils Übergangspflanzen aus den Gänsefußgewächsen und Wegerichgewächsen (Chenopodiaceen und Plantaginaceen), teils Grasblüten, gelang es, Spuren von Zucker zu entdecken. „Ich bin überzeugt," schließt Dr. Stäger, „daß eine ganze Reihe von Insekten die Grasblüten nicht hin und wieder, sondern mit großer Konstanz und in großer Anzahl besucht, und daß sie vielleicht doch in der Befruchtung der Windblütler, speziell bei den Gramineen, eine weit größere Rolle zu spielen berufen sind. — Die Windbefruchtung bleibt jedenfalls das Hauptmoment, wenn aber diese zeitweise ausbleibt, so mag die Insektenbefruchtung in ihre Rechte treten. Es ist allen Entomologen und Blütenbiologen bekannt, daß die Insekten verschwinden, sobald windiges Wetter herrscht. Läßt der Wind nach, so stellen sich bald die geflügelten Gäste ein. So greift ein Rad in das andere bei der Bestäubung der Grasblüte", deren Antheren und Narben nicht selten zuckerhaltig sind.

Den zur Herbeiführung der Fremdbestäubung dienenden Mitteln steht eine Reihe von Vorkehrungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung oder der Selbstbefruchtung gegenüber. Darwin wies an der Primel die als Heterostylie, Verschiedengriffligkeit, bezeichnete ungleiche Länge der Griffel und Staubfäden als eine solche Einrichtung nach. Die Schlüsselblumen (Primula elatior und officinalis) besitzen auf verschiedenen Stöcken Blüten einerseits mit langem Griffel und unterhalb der Narbe in der Mitte der Kronenröhre angehefteten Staubgefäßen, anderseits mit kurzem Griffel und ganz oben am Eingange der Blumenkronröhre angewachsenen Staubblättern. Die langgriffeligen Blüten sind mit Pollen aus derselben Blütenform, die kurzgriffeligen mit solchen aus ihrer Form unfruchtbar, wogegen sie sich mit dem Pollen der ersteren Blütensorte und jene mit dem der langgriffeligen leicht befruchten. Ähnlich verhält es sich mit der Wasserprimel (Hottonia palustris), dem Lungenkraut, verschiedenen Arten des Lein, dem Weiderich (Lythrum salicaria), dessen Blüten sogar drei verschiedengriffelige Formen besitzen, und dem Buchweizen. Bei diesem gelang Darwin der Nachweis, daß jede Form nur bei Bestäubung mit dem Pollen der anderen völlig fruchtbar ist, nicht in gleichem Maße wie bei den übrigen heterostylen Blüten. Deshalb hat jüngst Pierre-Paul Richet auf einem Versuchsfelde bei Fontainebleau neue Experimente angestellt.

Um die Blüten vor der Bestäubung durch Insekten und der Pollenzufuhr durch Wind zu bewahren, hüllte man die Pflanzen vor dem Aufspringen der Blüten in große Säcke aus feiner Gaze. Einen Teil der aufgesprungenen Blüten ließ man unberührt, ein anderer wurde auf vier verschiedene Arten bestäubt, nämlich teils mit Pollen derselben Blüte (1), teils mit Pollen einer Blüte derselben — lang- oder kurzgriffeligen — Form desselben Stokkes (2), teils mit Pollen einer Blüte derselben Form, aber verschiedenen Stockes (3), und endlich mit Pollen einer Blüte der anderen Form und damit natürlich auch eines anderen Stockes; denn derselbe Stock trägt nur Blüten einer Form (4).

Es ergab sich, daß die auf die erste und zweite Art bestäubten Blüten völlig unfruchtbar blieben. Die dritte Art der Bestäubung war in wenigen Fällen erfolgreich, bei der vierten aber, der legitimen Kreuzung, waren die Pflanzen sehr fruchtbar, sowohl im Juli wie im September. Von der langgriffeligen Form wurden (mit der kurzgriffeligen) auf 100 bestäubte Blüten 93 Früchte, von der kurzgriffeligen auf 100 bestäubte Blüten 76 Früchte gewonnen. Damit ist Darwins Theorie über die heterostylen Pflanzen auch am Buchweizen bestätigt.

Zu den nach Blütenbildung und Befruchtungsweise interessantesten Pflanzen gehören die Orchideen, die Koketten und Launenhaften des Pflanzenreichs. Über sie erhalten wir in der Arbeit „Einiges über die Orchideen in Eisenachs Umgebung" von Dr. A. Bliedner*) zahlreiche in zwei Jahrzehnten gemachte Beobachtungen, aus denen hier nur einiges mitgeteilt sei.

In einem Bastard zwischen dem purpurroten und dem helmförmigen Knabenkraut (Orchis fusca Jacq. und O. galeata Poir.), der Orchis hybrida, glaubt Bliedner die Anfänge zur Bildung einer neuen Art zu sehen. O. hybrida fällt dem geübten Auge nicht nur durch die oft beträchtliche Länge der Blütenähren, sondern auch durch die prachtvolle Färbung der Blüten auf, bei denen sich das Purpurbraun der ersten und das Aschgrau der zweiten Art zu dem schönsten Rosenrot vermählt haben. Solche Exemplare stehen an Schönheit tropischen Orchideen sicher nicht nach, und es ist zu verwundern, daß sie nicht schon längst die Aufmerksamkeit der Gärtner auf sich gezogen haben. Ihre Kultur mag allerdings schwierig sein.

Durch außerordentlich großen Formreichtum und einzelne weißblühende Exemplare zeichnet sich in Eisenachs Umgebung das breitblättrige Knabenkraut aus. Weißblütige Pflanzen zeigten sich auch beim gemeinen, gefleckten und männlichen Knabenkraut. Bei der Holunder-Orchis,

*) Zeitschr. für Naturwiss., Stuttgart, Bd. 76 (1903), Heft 6.



die in der Umgebung der Wartburg vereinzelt, aber nicht jedes Jahr, auftritt, konnte Dr. Bliedner den Holunderduft beim besten Willen nicht wahrnehmen. Vielleicht ist er nachts stärker. Wie so manche andere Orchidee spottet die fliegenartige Höswurz (Gymnadenia conopea R. Br.) hinsichtlich des Gestaltenreichtums der einzelnen Blütenteile und der Blätter einer festen Umgrenzung.

Eine Eigentümlichkeit mancher Orchideen ist einerseits ihr zahlreiches Auftreten in einzelnen Jahren, anderseits das jahrelange Ausbleiben oberirdischer blühender Teile. Ophrys muscifera, die fliegenähnliche Frauenträne, erscheint in „Orchideenjahren" auf gewissen Stellen der thüringischen Kalkberge, z. B. bei Creuzburg, oft in unzählbarer Menge und stattlicher Größe. Die in den letzten 50 Jahren nicht mehr in der Gegend beobachtete spinnenähnliche Frauenträne wurde von Bliedner vor fünf Jahren bei Kreuzburg auf einem etwa 50 Quadratmeter haltenden Plätzchen unter Kiefern und Haselbüschen wieder entdeckt. Ihr inselartiges Vorkommen hier ist ebensowenig zu erklären, wie sich die Frage beantworten läßt, weshalb die Pflanze, die sich an der betreffenden Stelle lange Zeiträume hindurch ungestört befand, sich nicht weiterverbreitet. Cephalanthera rubra wird am Hörselberge über 50 Zentimeter hoch. Bliedner nennt seine deutsche Bezeichnung „rotes Waldvöglein" oder Waldvöglein schlechthin eines der zahlreichen Beispiele, in denen der deutsche Volksgeist seine scharfe und zugleich sinnige Auffassung der Natur bewiesen hat.

Den blattlosen Widerbart (Epipogon aphyllus Sw.) erhielt Bliedner vor etwa 10 Jahren aus der Nähe von Winterstein, konnte ihn aber trotz mehrfacher Besuche des Standortes nicht selbst auffinden. Von anderen Beobachtern wird berichtet, daß die Zwischenräume zwischen seinem Auftreten bis zu 30 Jahren betragen haben. Diese Orchidee hat sozusagen ihre Mucken. „Das Auffinden dieser merkwürdigen Pflanze", sagt der Orchideenkenner Schulze, „bereitet große Freude, zumal ihr oberirdischer, blütentragender Teil zuweilen jahre-, ja nicht selten jahrzehntelang ausbleibt und sie deshalb an den meisten ihrer bekannten Standorte vergebens gesucht wird."

Manche Orchideen werden durch Veränderung der Lebensbedingungen, z. B. durch Verwandeln ihres Standortes in Ackerland oder Forst, zum Verschwinden gebracht, obwohl einzelne, z. B. die sehr fein und angenehm duftende Herbst-Wendelorche (Spiranthes autumnalis), beschränkter Wanderungen fähig zu sein scheinen. Andere werden durch den Unverstand der Menge mit Stumpf und Stiel ausgerottet, wie z. B. für die Umgebung Eisenachs der niedliche Frauenschuh, von dem noch vor 15 Jahren die Marktweiber ganze Körbe voll mit Wurzeln zur Stadt schleppten. Deshalb sucht man ihn auch heute in der Gegend vergeblich.

Ein Gegenstück der nicht einmal zur ordnungsmäßigen Zeit immer in Blüte tretenden Orchideen bilden die Pflanzen, welche ihr Hochzeitskleid nicht nur einmal, sondern bisweilen sogar zweimal jährlich anlegen. Das Volk hat das Phänomen der zweiten Blüte, so auffällig war es ihm, sagen- oder legendenhaft ausgeschmückt und erzählt von Bäumen und Sträuchern, die zu ganz ungewöhnlicher Zeit, z. B. in der Christnacht, plötzlich zu blühen beginnen. Auf die Ursachen der zweiten Blüte werfen die folgenden, kürzlich beobachteten Fälle einiges Licht.

Fast in jedem Jahre läßt sich, bald vereinzelt, bald über größere Gebiete verbreitet, die Erscheinung beobachten, daß Bäume und Sträucher sich aufs neue mit Blättern und Blüten schmücken. Günstige Temperaturbedingungen bringen die neuen Blütenknospen, die bei manchen Holzgewächsen, z. B. den Obstbäumen, der Roßkastanie, schon im August fertig angelegt sind, noch im September und Oktober zur Entfaltung, während sie unter normalen Verhältnissen erst im nächsten Frühjahr erwachen würden.

Nicht Sonnenwärme, sondern ein gewaltiger Brand war es, der eine Anzahl von Birn- und Apfelbäumen in der Nähe von Châlons zum Aufblühen gebracht hatte. Am 2. September 1903 brach in Chaussée-sur-Marne ein Feuer aus, das ein ganzes Viertel des Dorfes in Asche legte. Das Feuer wurde durch einen großen Obstgarten am Fortschreiten verhindert. Unmittelbar hinter den vom Feuer zerstörten Gebäuden waren zwei Reihen von Bäumen bis auf die letzte Spur verbrannt. Die drei folgenden Reihen waren ganz oder größtenteils versengt und getötet, an der sechsten Reihe aber trat trotz ernster Schädigungen eine zweite Blüte auf. Die Knospen begannen schon Ende September sich zu öffnen; am 24. Oktober waren vier Apfelbäume völlig mit Blüten bedeckt, während andere, weniger der Hitze des Brandes ausgesetzte Bäume nur einige Blüten zeigten. Die mit Blüten bedeckten haben einige Zweige, die so weit versengt sind, daß ihre Zerstörung sicher ist; man kann bei ihnen an demselben Zweige verbrannte und neue grüne Blätter mit Blüten sehen. Nach einer anderen Richtung machte das Feuer in nächster Nähe von Fliedersträuchern (Syringa) halt, und auch sie haben sich völlig mit Blüten bedeckt, einige Pflaumenbäume trugen ebenfalls ziemlich viele Blüten.

Allem Anschein nach ist die Entwicklung der Knospen hier durch Wärme hervorgerufen, eine Wirkung, die auch beim künstlichen Treiben der Blüten zur Geltung kommt. Aber während hiebei die Wärme gelinde und langandauernd wirkt, trat sie in unserem Falle plötzlich, mit großer Stärke und in ganz kurzer Dauer auf; denn der um 12½ Uhr begonnene Brand war etwa um 4 Uhr zu Ende. Herr Jolly, der in einer Sitzung der Pariser Societé de Biologie unter Vorlegung blühender Birn- und Apfelbaumzweige über die Erscheinung sprach, vermutet, daß nicht nur die große Hitze, sondern auch der mehrfach erwiesene austrocknende Einfluß der Wärme auf sexuelle (geschlechtliche) Organe hier im Spiele ist. Gärtner verwenden deshalb bei gewissen Treibeverfahren das Austrocknen als Vorbereitung.

Auf einen anderen möglichen Grund dieser Herbstblüte verwies ein anderes Mitglied der Gesellschaft, das folgende Beobachtung gemacht hatte. In den letzten Tagen des Oktober 1900 fand er in Terrides (Dep. Tarn-et-Garonne) eine ganze Fliederhecke in Blüte. Die Sträucher hatten ganz das Aussehen wie im April; sie waren mit zartgrünen



Blättchen und weißen Blütentrauben bedeckt, während eine 100 Meter entfernt stehende Fliederhecke nichts der Art zeigte. Was war die Ursache? Die Wärme, die auf beide Gruppen gleichmäßig hätte wirken müssen, konnte es hier nicht sein. Der Beobachter erfuhr, daß die blühenden Sträucher einige Monate früher von einem Schwarm von Canthariden (Blasenkäfer, spanische Fliegen), die sich auf ihnen niedergelassen hatten, ihrer Blätter völlig beraubt worden waren. Im Jahre 1903 waren dieselben Fliedersträucher teilweise abgefressen worden. Da aber die Mehrzahl der Blätter verschont blieb, so war nur ein vermindertes zweites Austreiben eingetreten, und nur vier Blütentrauben konnten Ende Oktober gesammelt werden. Es scheint also nicht nur starke Herbstwärme, sondern auch vorzeitige Zerstörung der Blätter die zweite Blüte hervorrufen zu können.*)



Tomate und Varietät.

Das Sexualproblem in der Pflanzenwelt.

Angesichts des ausgeprägten Strebens in der Pflanzenwelt, die Befruchtung mit Pollen der eigenen Blüte zu vermeiden und Fremdbestäubung herbeizuführen, scheint die Vermutung nicht unberechtigt, daß die herrlich prangenden, Staub- und Fruchtblätter in einer Blüte vereinigenden Gewächse nicht den höchsten Typus pflanzlichen Lebens darstellen, daß wir diesen höchsten Typus vielmehr in den Pflanzen ausgeprägt finden, deren Staubblätter und Fruchtblätter auf verschiedene Individuen verteilt sind, also nicht in den hermaphroditischen, sondern in den zweihäusigen (diözischen) Gewächsen. Eine Brücke zwischen diesen beiden Typen schlagen die einhäusigen, welche männliche und weibliche Organe auf einem Stocke, aber in verschiedenen Blüten ausbilden. Wie diese Trennung der Geschlechter im Pflanzenreich zu stande kommt, ob überhaupt die Pflanzen ursprünglich Hermaphroditen oder nach Geschlechtern getrennt waren, sind strittige Fragen, deren Beantwortung der Prager Botaniker Celakovsky vor kurzem versucht hat.*) Da auf allen Stufen des Pflanzenreiches die Sexualität zuerst in der Form des Hermaphroditismus (zwitteriger Blüten) auftritt und zahlreiche Blütenabnormitäten auch die Neigung eingeschlechtiger Pflanzen zur Zwitterbildung zeigen, so möchte Celakovsky die hermaphroditische Form für die dem Pflanzenreich ursprüngliche halten. Ein Prozeß der Vervollkommnung, bestehend in dem Verkümmern bald der männlichen, bald der weiblichen Sexualorgane, schuf Pflanzen, die anfangs beide Geschlechter noch auf einem Stocke, aber in verschiedenen Blüten vereinigten, und dieser Monözismus (Einhäusigkeit) führte endlich zur Trennung auch in den Individuen (Diözismus, Zweihäusigkeit). Die zweihäusigen Pflanzen, Pappeln, Hanf, Hopfen, Weiden, Wachholder, Eibe u. a. stellen also die vollkommensten Typen der Pflanzenwelt dar. Sie können am besten ihren Artcharakter wahren, da sie durch wechselseitige Befruchtung die individuellen, etwa schädlichen Eigenschaften stets wieder auszugleichen vermögen. Und darin eben liegt nach Celakovsky der Zweck, den die Natur durch den komplizierten und mannigfaltigen Apparat der geschlechtlichen Fortpflanzung anzustreben scheint.

Die oft erörterte Frage, ob auch die Nahrung von Einfluß auf die Ausprägung des Geschlechtes ist, hat der Franzose E. Laurent durch Versuche mit drei zweihäusigen Arten, dem Spinat, dem Hanf und dem Bingelkraut (Mercurialis annua) zu entscheiden versucht.**) Er führte diesen Pflanzen verschiedene Düngersorten zu, in

*) Comptes rendus de la Soc. de Biologie, Bd. 55 (1903).

*) Über den Ursprung der Sexualität bei den Pflanzen. Abhandl. der Böhm. Akad. der Wiss. zu Prag, 12. Jahrg., Nr. 9 (1903).

**) Comptes rendus, Bd. 137 (1903), S. 689, Naturwiss. Rundschau, 19. Jahrg., Nr. 11.

denen je einer der folgenden Stoffe, Stickstoff, Kali, Phosphorsäure, Kalk oder Chlornatrium, vorherrschte.

Bei Hanf und Bingelkraut ließ sich kein entscheidender Einfluß der Ernährung auf die Zahl der männlichen und der weiblichen Stöcke erkennen. Anders beim Spinat, besonders bei einer bestimmten Varietät, dem holländischen Spinat. Dessen Aussaaten ergaben neben den zweihäusigen eine gewisse Anzahl einhäusiger Pflanzen, deren Hauptstamm meistens weibliche Blüten trug, während an den Seitenzweigen männliche vorherrschten. Auch fanden sich Stöcke mit nur wenig männlichen und reichlichen weiblichen Blüten. Der Einfluß der Nahrung machte sich nun folgendermaßen bemerkbar:

Ein Überschuß von Stickstoff- oder Kalkdünger ergab mehr männliche Stöcke, Kali und Phosphorsäure vermehrte die Zahl der weiblichen. Samen von Pflanzen, die mit Stickstoffüberschuß kultiviert waren, erzeugten weniger männliche und mehr weibliche Stöcke und unter den einhäusigen Individuen eine größere Zahl weiblicher Blüten. Dagegen wirkt ein Überschuß an Kali, Phosphorsäure oder Kalk dahin, daß die Samen mehr männliche Stöcke unter den diözischen und mehr männliche Blüten unter den monözischen Individuen liefern. So scheint sich also auch hier die alte Erfahrung zu bestätigen, daß ein Überschuß von männlichen oder weiblichen Erzeugten in einer Generation durch einen Überschuß des entgegengesetzten Geschlechtes in der folgenden wieder wettgemacht wird.

Die Nachkommenschaft der einhäusigen Pflanzen ging zum großen Teil wieder zur Zweihäusigkeit, also zum Normalen, über, indem sie vorwiegend aus männlichen, daneben zu ungefähr gleichen Teilen aus weiblichen und wiederum einhäusigen Stöcken bestand. Da auch die meisten einhäusigen Pflanzen mehr männliche als weibliche Blüten trugen, so glaubt Laurent sie als männliche Pflanzen, bei denen eine gewisse Anzahl von Blüten weiblich wird, ansehen zu müssen. Was für eine Bedeutung diese als Rückschlag oder Atavismus anzusehende Erscheinung für die Pflanze hat, läßt sich wohl kaum angeben.



Ungefülltes Löwenmaul. Sprungartig entstandene neue Pflanze, gefülltes Löwenmaul.

Eine sehr eigentümliche Erscheinung, die hier Erwähnung verdient, ist es, daß einzelne Pflanzenarten, besonders aus der Familie der Korbblütler (einige Alchemilla-Arten, Antennaria alpina, das Alpen-Ruhrkraut), eine Wiesenraute (Thalictrum purpurascens), aus der Eizelle einen Keim oder Embryo ohne vorhergehende Befruchtung entwickeln können. Nach den Untersuchungen zweier schwedischer Botaniker verhält sich auch der Löwenzahn, ebenso einige Habichtskraut-Arten dementsprechend. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß die oberen Hälften der noch nicht geöffneten Blütenköpfe mittels eines Rasiermessers abgeschnitten wurden, so daß die Staubbeutel, die Narben und der größte Teil der Blumenkrone entfernt wurden. Natürlich wurde auch der Zutritt des Blütenstaubes unverletzter Blütenkörbe sorglich verhütet. Die am frühesten verschnittene Art (Hieracium hyparcticum Almq.) hatte 1903 schon neue Pflanzen hervorgebracht.

Daß das in der ganzen Welt der Blütenpflanzen geltende Prinzip der sexuellen Befruchtung in diesen Fällen einfach umgangen wird, erscheint ebenso befremdend und rätselhaft wie die von De Vries unter dem Namen Mutation nachgewiesene sprungweise Entstehung neuer Arten, für welche wieder einige neue Beispiele vorliegen (vergl. Jahrb. I, S. 145, II, S. 182). Eine dieser neuen Mutanten, eine hübsche Löwenmaulart, entstand als gefüllte Form vor mehreren Jahren plötzlich in den Löwenmaulkulturen der weltberühmten Erfurter Gärtnereien und ist seitdem als formbeständiges neues Mitglied unserer Flora unter dem Namen Antirrhinum majus Peloria in den Handel gebracht.

Der zweite Fall betrifft eine in Nordamerika plötzlich entstandene Varietät der gewöhnlichen Tomate (Lycopersicum esculentum), die Dr. C. A. White seit 1900 in Kultur hält und als Rückschlagsmutation deutet. Die neue Art unterscheidet sich von der gewöhnlichen Form in auffälliger Weise durch zierlicheres Gesamtaussehen, abweichende Form und Größe der Blätter. Diese Mutation scheint gegenwärtig in Nordamerika sehr häufig aufzutreten,

denn Dr. White erhielt binnen zwei Jahren aus New-York, Pennsylvanien und Kuba Belegexemplare derselben von Praktikern zugesandt. In dem Versuchsgarten zu Washington zeigt die neue Art keine Neigung zur Variation, sondern bewahrt durchaus die Eigenschaften der Mutterpflanzen und ist vollkommen samenbeständig. Im Gegensatz zu anderen sprunghaft entstandenen Varietäten, die häufig schwächlich und sehr empfindlich sind, gediehen diese Pflanzen bei fortgesetztem Versuch noch im Jahre 1904 üppig und trugen reichlich Früchte.

De Vries hat sein großes Werk über die Mutationslehre mit dem III. Bande, der sich besonders mit der Bastardierung im Verhältnis zur Artentstehung beschäftigt, abgeschlossen. Leider verbietet sich hier schon aus Raumrücksicht ein Eingehen auf die großartige Arbeit, deren letzten Teil der Verfasser selbst im Biolog. Zentralblatt (1904, Heft 5—8) in gedrängter Kürze dargestellt hat.

Wehr und Waffen.

Als die ein ungeheures Tatsachenmaterial zusammenfassenden und ordnenden Arbeiten Ch. Darwins die Zweckmäßigkeit vieler bisher unbekannter oder unverstandener Einrichtungen und Organe im Reiche der Lebewesen in hellstes Licht setzten, waren die Forscher, welche die von dem großen Briten entwirrten Fäden aufnahmen und weiterspannen, zunächst geneigt, in manchen Fällen zu übertreiben und hinter den Organisationen mehr zu suchen, als sie in Wirklichkeit enthalten. Da konnte es nicht ausbleiben, daß einerseits die Gegner über Mißgriffe darwinistischer Gelehrter triumphierten, anderseits letztere selbst sich genötigt sahen, manches von ihrem Meister oder ihnen selbst als zweckmäßig Proklamierte später wieder zurückzunehmen.

Ein interessantes Beispiel für den Wechsel der Anschauungen über die Zweckmäßigkeit und den Nutzen eines Organs liefern die „Tröge" und Drüsenhaare der wilden Karde (Dipsacus sylvestris). Diese, der noch bekannteren Weberkarde (D. fullonum) ziemlich ähnliche Pflanze bildet bis über die Mitte des Stammes durch Verwachsung des Stengelgrundes ihrer gegenüberstehenden Blätter tiefe Tröge, in denen sich Regenwasser ansammelt. In Südfrankreich nennt man diese kleinen Wasserbecken recht poetisch „cabarets des oiseaux" und „fontaines de Vénus" und verwendet das in ihnen enthaltene Wasser als Heilmittel gegen Augenkrankheiten und andere Gebrechen, wahrscheinlich nicht zum Vorteil der damit behandelten Organe; denn in der Flüssigkeit finden sich nicht nur Schleim, lebende Rädertierchen, Infusorien, Bakterien und Pilze, sondern auch ertrunkene Insekten mit ihren Zerfallprodukten, sowie Staubteilchen und manchmal recht scharfkantige Gesteinstrümmer.

Das einmal in den Trögen gesammelte Wasser hält sich selbst bei trockenem Wetter lange Zeit. Erst nach Wochen anhaltenden Regenmangels trocknen die Becken bis auf den Grund aus, was angesichts der nicht sehr bedeutenden Wassermenge immerhin wunderbar erscheint. Gut ausgebildete Exemplare fassen in ihren Trögen zusammen bis 1 Liter Wasser. Die Blätter folgen vom Boden aus anfangs dicht, nach oben hin in immer größeren Abständen; die obersten bilden keine Tröge mehr.

Der durch sein prachtvolles „Pflanzenleben" weitbekannte österreichische Botaniker A. Kerner sah den Sinn der Einrichtung darin, daß durch die Wasseransammlung in den Trögen kriechende Insekten von dem Besuche der Blüten abgehalten würden. Der Pflanze könnten nur anfliegende, eine Fremdbestäubung vermittelnde Besucher willkommen sein. Die in den Becken und auf anderen Teilen der Blätter vorhandenen Drüsen entgingen ihm damals, und er zog sie bei seiner Erklärung nicht in Betracht. Mit ihnen beschäftigte sich Francis Darwin, der jüngere Sohn von Charles Darwin. Er vermutete, daß diese Drüsenhärchen der Nahrungsaufnahme der Pflanze dienten, so daß also die Pflanze wie der Sonnentau, das Fettkraut u. a. gewissermaßen zu den „insektenfressenden", besser gesagt fleischverdauenden gehöre. Die genaue Zählung der Drüsen eines etwa 20 Zentimeter langen, in der Mitte 3 Zentimeter breiten Blattes ergab für den Becher etwa 4500, für die Blattoberseite ungefähr ebenso viele und für die Unterseite gegen 1000 Drüsen. Daß eine solche Menge merkwürdig gebauter und eigentümlich fungierender Organe einem wichtigen Zwecke dienen müsse, liegt auf der Hand.

Dennoch erwiesen sich nach einer eingehenden Untersuchung R. Rostocks*) sowohl die Erklärungen Kerners und Fr. Darwins wie auch anderer Forscher als unzutreffend. Nach ihm stellt das Regenwasser in den Trögen weniger ein Schutzmittel der Blüten als einen Schutz der Blätter dar, welche durch die Stacheln ihrer Stengel und Rippen gegen größere Pflanzenfresser, z. B. Hasen und Weidevieh, zwar ausreichend geschützt, aufkriechenden Schnecken und Raupen dagegen wehrlos ausgeliefert sind, wenn nicht ihre Becken die unberufenen Gäste abhalten und unschädlich machen. Gelingt es diesen kleinen Feinden, vermittels einer durch andere Pflanzen zwischen der Erde und dem Kardenblatt geschlagenen Brücke das letztere zu erstürmen, so wird es gründlich zerfressen, wie Rostock mehrfach beobachtete. Der Standort der Karde, gewöhnlich in Gesellschaft wegsamer Pflanzen an Wiesen und Waldrändern, macht den Schutz durch die Wassertröge besonders wünschenswert. Daß den Blüten dieser Schutz ebenfalls zu gute kommt, ist gewiß; daß er jedoch nicht für sie allein oder vorwiegend berechnet ist, ergibt sich schon daraus, daß der Apparat der Drüsen, der für die Wassertröge eine große Rolle spielt, gerade zu Anfang des Wachstums der Pflanze in Tätigkeit tritt und zur Zeit der Blütenentwicklung schon in Verfall gerät.

Diese Drüsen nun sind höchst merkwürdige Organe. Daß sie nicht, wie die Drüsen des Sonnentaues, verdauende Säfte absondern, konnte R. Rostock bald feststellen. Er sah, daß eine solche Drüse, sobald sie mit Wasser in Berührung kam, aus ihrem Scheitel drei äußerst dünne Fäden und einen starken Faden ausstieß, die sich alle schnell verlängerten. Nach zwei Minuten rollten sich die dünnen Fäden zusammen und bildeten eine gleichartige Masse, und

*) Über die biologische Bedeutung der Drüsenhaare von Dipsacus sylvestris. Botanische Zeitung, 62. Jahrg. (1904), 1. Abt., Heft 1.



auch der starke Faden schloß sich nach einiger Zeit zu einer stark lichtbrechenden Kugel zusammen. Damit ist die schon kurz vor der Entfaltung der Tröge beginnende Tätigkeit der Drüsenhaare keineswegs erschöpft. Sie vermögen diese Fäden zu wiederholten Malen auszustoßen. Durch das Regenwasser abgespült, gelangen die Absonderungen der Blattdrüsen in die Blatttröge, wo sie die Wirkung des Schleims der dort befindlichen Drüsenhaare verstärken. Und welches ist nun diese Wirkung?

Nach Rostock keine andere, als daß durch den Zusatz des Drüsensekrets zu der Regenflüssigkeit die Verdunstung der letzteren sehr verlangsamt wird. Er ermittelte das sowohl durch Beobachtungen im Freien wie durch Versuche. Von einem Glasschälchen verschwand ein Tropfen reinen Wassers durch Verdunstung nach 50 Minuten, ein Tropfen Trogflüssigkeit nach 130. Je mehr von dem Wasser verdunstet, desto dicker wird der Rückstand im Troge, desto energischer wird das noch vorhandene Wasser zurückgehalten. So erklärt sich die schon von Kerner bewunderte Haltbarkeit der Beckenflüssigkeit, deren Verdunstungsabgang nach seiner Meinung immer wieder durch den Tau ersetzt würde, der auf der Blattspreite herunterläuft.

Das Ergebnis, zu dem R. Rostock durch seine Untersuchungen kommt, ist folgendes: Die schwingenden Drüsenfäden in den Becken der Karde nehmen keine Nahrungsstoffe aus dem Wasser der Becken auf, wie Fr. Darwin vermutete. Sie ballen sich vielmehr zu Massen zusammen, welche durch die Erschütterungen, die das Regenwasser verursacht, losgelöst werden und die Verdunstung des Beckenwassers verzögern. Auch dieses Wasser selbst wird von den Pflanzen nicht aufgenommen, sondern bildet nur eine Absperrung der Blätter gegen Schnekken und Raupen. Die Zerfallprodukte der in dem Beckenwasser umkommenden Insekten können der Pflanze nur dadurch zu statten kommen, daß sie bei stärkerem Regen durch das überlaufende Wasser den Wurzeln zugeführt werden.

Das ist zwar im ganzen etwas weniger wunderbar, als man anfänglich annahm, aber immerhin doch noch von erstaunlicher und überzeugender Zweckmäßigkeit.

„Peitsche und Zuckerbrot" vereinigt manche Pflanze, indem sie neben drohenden Mitteln zur Abhaltung ungebetener und schädlicher Gäste aus ihrer Blütenregion dem Strom der lästigen Besucher durch Anbringung süßer Lockmittel an Blättern und Zweigen eine andere Richtung zu geben versucht. Die außerhalb der Blüten befindlichen Honigdrüsen bilden namentlich für die Ameisen ein Zugmittel ersten Ranges, und viele Gewächse haben sich auf diese Weise oder durch Darbieten ähnlicher Genüsse, z. B. eiweiß- und ölreicher Drüsen und Knöllchen, in den wehrhaften Gesellen eine förmliche Leibgarde erzogen, die in manchen Fällen außer der Kost auch noch Wohnung bei ihren Gastgebern findet. Der Gegendienst der Ameisen besteht in der Fernhaltung solcher Gattungsgenossen, die den Pflanzen durch Abschneiden der Blätter verhängnisvoll werden, der sog. Blattschneiderameisen, oder in Vertreibung von Raupen, Käfern und ähnlichem Gesindel, das in der Blütenregion arge Verwüstungen anzurichten pflegt.

Der Nutzen der außerhalb der Blüte auftretenden (extranuptialen) Nektarien hat sich in Amerika kürzlich an einem schlagenden Beispiel erweisen lassen. In den Baumwollplantagen der Vereinigten Staaten richtet ein Rüsselkäfer (cotton boll weevill) durch Zerstören der Samenkapseln großen Schaden an, während er im östlichen Guatemala, wo die Eingeborenen für ihren Bedarf kleine und wenig ergiebige Baumwollpflanzen bauen, das Gedeihen dieser gar nicht beeinträchtigt. Der Käfer besitzt dort nämlich, wie O. F. Cook*) festgestellt hat, einen sehr energischen Gegner in einer großen, rötlichbraunen Ameise, welche durch die Blattnektarien der Pflanze angelockt wird. Jedes Blatt trägt an der Unterseite der Mittelrippe, 1 bis 2 Zentimeter vom Grunde entfernt, ein Nektarium; auch die großen Blättchen des Hüllkelches der Blüte haben dicht am Stamme ein kreisförmiges oder ovales Nektarium, und endlich ist noch der Kelch an seiner Basis durch eine Reihe von drei Honiggrübchen bewehrt. Auch zwischen Kelch und Blumenkrone ist Honigsaft zu finden, doch beobachtete Cook keine Bienen, Fliegen oder andere Insekten beim Besuche der Blüte, ausgenommen Käfer, und unter diesen neben einem kleineren schwarzen (Staphyliniden) den erwähnten Rüsselkäfer. Nur letzterem schenkt die große, braune Ameise Aufmerksamkeit, greift ihn an, sobald sie ihn trifft, erfaßt ihn mit ihren großen Kiefern, macht ihn durch einen Stich wehrlos und schleppt ihn eiligst davon. Die Schnelligkeit, mit der dies alles geschieht, spricht für eine nach Bau und Instinkt speziell vorhandene Anpassung für das Vernichtungswerk. Die Indianer kennen den Käfer als Ursache der Baumwollverwüstung nicht einmal, erwarten aber keine gute Ernte, wenn nicht die Ameisen gegenwärtig sind. Mit der Ausdehnung des Baumwollbaues von Mittelamerika nach Mexiko und Texas ist auch der Schädling nordwärts gewandert, die Ameise aber ist ihm noch nicht dorthin gefolgt. Da sie sich dem Klima leicht anpassen würde, der Baumwolle keinen Schaden tut und auch dem Menschen nicht durch Bisse und Stiche lästig fällt, so könnte ihre Überführung der Agrikultur wertvolle Dienste leisten.

Es ist, wie schon bemerkt, noch ein engeres Verhältnis zwischen Pflanze und Ameise möglich, als in diesem Falle zwischen der Baumwolle und ihrer noch in Erdlöchern hausenden Beschützerin ausgebildet ist. Erst wenn die Pflanze der kleinen Leibgarde außer der Kost auch Wohnung in eigenen, durch erbliche Anpassung dazu ausgebildeten Hohlräumen bietet, pflegt man dieses Zusammenleben als echte Myrmekophilie (Ameisenfreundschaft) seitens der Pflanze zu bezeichnen. Daß auch andere, noch winzigere Wesen, die gleich den Ameisen sonst gewöhnlich als Schädlinge der Flora auftreten, durch Gewährung von Wohnung zu Freunden und Schützern der gastfreundlichen Pflanzen erzogen werden, zeigt sich an folgendem Beispiel.

Manche Gewächse tragen, worauf Delpino zuerst 1886 aufmerksam machte, an der Unterseite

*) Science, Bd. 19 (1904), S. 862.



der Blätter Grübchen, die sich von den Honigbehältern an Blatt und Stiel dadurch unterscheiden, daß sie keinen Honig ausscheiden und außerdem regelmäßig von Milben bewohnt werden. Diese Milbenwohnungen bestehen nach den Untersuchungen Lundströms, der sie auf mehr als 200 Pflanzenarten aus 24 Dikotyledonenfamilien fand, aus Grübchen, aus Taschen, aus kleinen Haarbüscheln, z. B. den rostroten Härchen in den Blattrippenwinkeln an der Blattunterseite der Linde, und aus Umbiegungen des Blattrandes. Er erkannte auch schon, daß zwischen der Pflanze und den Milben ein Genossenschaftsleben bestehe, das der oben geschilderten Symbiose zwischen Pflanzen und Ameisen entspricht. Indem die Milben die Blattoberseite von den Sporen und Keimschläuchen kleiner Schmarotzerpilze säubern, leisten sie sich und der Pflanze einen Dienst; vielleicht hat letztere einen weiteren Vorteil aus der Anwesenheit der Milben dadurch, daß sie die von diesen ausgeschiedene Kohlensäure und ihre Exkremente aufnimmt.

Eine von O. Penzig und C. Chiabrera angestellte Untersuchung tropischen Pflanzenmaterials hat ergeben, daß milbenfreundliche Pflanzen auch in den Tropen in großer Zahl vorhanden sind.*) Der Bau der Grübchen, Haarbüschelwohnungen und Taschen ist von großer Einförmigkeit, und es scheint, daß sie nicht durch spontane, ererbte Tätigkeit der Pflanze allein zu stande kommen, sondern unter Mitwirkung der Milben entstehen; denn sehr häufig findet man an einem Exemplar einer milbenfreundlichen (acarophilen) Pflanze gewisse, im übrigen ganz normale Blätter, die keine Wohnungen tragen.

Der Nutzen dieser Symbiose muß besonders in den Tropen für die Pflanzen groß sein. In den Wäldern Brasiliens und des tropischen Asien, denen die große Mehrzahl der bis jetzt beschriebenen acarophilen Pflanzen angehört, werden die Blätter der Bäume und Sträucher oft von einer außerordentlich großen Zahl von Überpflanzen, mehr als von echten Schmarotzern, heimgesucht. Algen, Pilze, Flechten und blattbewohnende Moose bedecken bisweilen die ganze Oberfläche der Blätter, und sicherlich muß ihre Gegenwart, auch wenn sie keine echten Parasiten sind, also dem Blatte keine Nährstoffe entziehen, den befallenen Pflanzen schaden, besonders durch die Hemmung des Lichtzutrittes und die dadurch bewirkte Verminderung der Assimilation. Gegen solche unwillkommenen Gäste scheint die Reinigungsarbeit der Milben besonders gerichtet zu sein. Nur in drei Fällen fanden die Forscher die von Milben bewohnten Blätter dennoch mit einer dichten Kryptogamenvegetation bedeckt. Bei allen anderen Pflanzen hatten diese kleinen Sanitätspolizisten prompt und sicher gearbeitet, die Blattoberflächen waren sauber und rein, frei von Epiphyten und von Parasiten.

Die mehr äußerlichen Abwehrmittel, welche die Pflanze in Gestalt von Stacheln, Dornen, Haaren und ähnlichen Schutzorganen besitzt, werden ergänzt durch die im Innern des Pflanzenkörpers befindlichen, nur zu besonderen Zeiten und Zwecken hervortretenden ätherischen Öle, Harze und Schleime. „Die Bedeutung der ätherischen Öle und Harze im Leben der Pflanze" erörtert Dr. Karl Detto in einer an interessanten Einzelheiten reichen Abhandlung, während die biologische Bedeutung des Schleimes, vorwiegend allerdings des tierischen, von



Eibe von Kathol.-Hennersdorf bei Lauban.

B. Schröder in einer längeren Arbeit dargelegt wird.*)

Früher wußte die Wissenschaft mit diesen als Nebenprodukte des Stoffwechsels auftretenden, weder der Ernährung noch dem Aufbau der Pflanze dienenden Stoffen nichts anzufangen. Erst nachdem Darwin die Grundlagen der modernen Biologie geschaffen, erhielten sie als Hilfs- und Schutzmittel der Organismen im Kampfe gegen Feinde und ungünstige anorganische Lebensbedingungen die ihnen gebührende Aufmerksamkeit und Bewertung.

So erkennen wir jetzt in den Harzorganen der Nadelhölzer eine Einrichtung, welche die Konifere nach zwei Richtungen schützt, indem sie erstens verletzte Gewebe durch Wundverschluß mittels des ausfließenden Harzes vor Infektion (Ansteckung) durch parasitäre Organismen bewahrt und zweitens durch den Harzgehalt der Blätter und jungen Zweige pflanzenfressende Tiere abhält, die Pflanzen allzu sehr zu schädigen. Hirsch- und Rehwild beschädigt die Stämme durch Schälen und

*) Malpighia, Anno XVII (1903). Naturw. Rundsch., 19. Jahrg., Nr. 10.

*) C. Detto, Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 21 u. 22; B. Schröder, Biolog. Zentralblatt, Bd. 23.

fegen, besonders die Fichten, und erzeugt dadurch große Verwundungen, die, wenn sie unverschlossen vertrockneten, Infektion durch Schwammpilze und Einwanderung von Insekten zur Folge haben würden. Gerade die Pilze benützen jede Gelegenheit, den Baum anzufallen. Da ist es interessant zu sehen, wie die Stümpfe ausbrechender Äste oder die von ihnen hinterlassenen Astlöcher mittels Harzdurchtränkung gegen Ansteckung geschützt werden, z. B. gegen den solche Stellen mit Vorliebe befallenden Löcherschwamm Trametes pini, der deshalb nur frische Bruchflächen infiziert. Dieser Bedeutung entsprechend ist die Zahl der Harzkanäle eine ungemein große: der Querschnitt einer 10jährigen Fichte wies 804, der einer ausgewachsenen in mittlerer Stammhöhe an 44.000 Vertikalgänge auf.

Die Eibe allein entbehrt unter den Nadelhölzern der Fähigkeit, Harz zu bilden. Sie gerade läßt sich als Beweis anführen, daß die übrigen Nadelhölzer eines Schutzes bedürfen und ihn in der Harzabsonderung besitzen; denn sie erfreut sich eines stellvertretenden, den Mangel der Harzgänge ausgleichenden Mittels, eines sehr giftigen Alkaloids, das sich in allen ihren Teilen, mit Ausnahme der roten, süßen Samenmäntel, der „Beeren", findet. Vergiftungen von Kindern durch Eibennadeln sind nicht selten, Tiere meiden die Pflanze. Die Ungiftigkeit der Samenhülle dagegen liefert wiederum einen Beweis für die Theorie der Samenverbreitung durch Vögel, welche die Früchte genießen, während der ebenfalls giftige Same unverdaut den Körper verläßt. Wenn die Eibe trotz dieser sicheren und erfolgreichen Verbreitungsweise an vielen Standorten der Ausrottung entgegensieht, so ist daran vereinzelt vielleicht der Umstand schuld, daß es an den betreffenden Vögeln, zu denen vor allem wohl die großen Waldhühner, Auer-, Birk- und Haselwild, gehören, fehlt. Zumeist aber fällt doch diese Ausrottung dem Menschen zur Last, der seit Jahrhunderten und bis heute schonungslos gegen die Eibe gewütet hat und ihr zudem seit Jahrzehnten in der Ebene durch Erniedrigung des Grundwasserspiegels die Existenz erschwert.

Wenden wir uns nach dieser Abschweifung den ätherischen Ölen zu, deren Hauptrolle sicherlich die Abwehr pflanzenfressender Tiere ist, woneben sie freilich durch ihren Duft in den Blüten als Lockmittel für die bestäubenden Insekten von großer Wichtigkeit sind. Wir dürfen bei den Pflanzenfressern nur nicht an unsere Weidetiere denken, an die Rinder, Schafe, Ziegen, Kaninchen; mit ihnen geht es dem Laub wie mit der Geis in Rückerts reizendem Kinderliedchen: sie sieht es an und fragt nicht viel, sie frißt es ab mit Stumpf und Stiel; denn in Anpassung an diese Tiere sind die Schutzmittel größtenteils gar nicht erworben. Sie richten sich vielmehr gegen die ortsansässigen wilden Tiere, die Hirsche, Rehe, Hasen, die wilden Rinderarten, die auch Europa früher beherbergte. Seit Beginn des 18. Jahrhunderts wurde St. Helena durch die seit jener Zeit frei umherlaufenden Ziegen und Schweine allmählich entwaldet; denn gegen diese eingeführten Tiere besaßen die jungen Stämme keine Schutzmittel. Die Insel soll zuvor mit Wald bestanden gewesen sein, heutigentags findet sich kaum ein Baum dort. Ebenso wirkte bei uns die Einführung fremden Wildes. Der Grunewald bei Berlin, früher mit reichem Unterholz bestanden, hat seit Einführung der Damhirsche, die auf dem beschränkten Raume zeitweise zu Tausenden gehalten wurden, die gewöhnliche niedrige Waldvegetation völlig eingebüßt. Kein Strauch, kein Wachholderbusch, keine Waldbeere, kein junger Baum erfreut das Auge, wogegen auf dem benachbarten Pichelswerder oder in dem Tegeler Forst, der nur heimische Wildarten aufweist, reichliches Unterholz vorhanden ist.

Das Schutzmittel der ätherischen Öle ist besonders den Kräutern zu teil geworden und erstreckt sich bei ihnen fast auf alle ihre Teile, je nach deren Wichtigkeit für den Bestand der betreffenden Art. Außer den Lippenblütlern, welche mehrzellige Außendrüsen tragen, sind die mit gewöhnlichen Köpfchenhaaren versehenen Storchschnäbler (Storch- und Reiherschnabel) zu nennen, ferner Diptam und Raute mit merkwürdigen, kleinen Ölspritzen ähnelnden Entleerungsapparaten, Doldenblütler, deren auffällige, wie auf einem Präsentierteller dargebotene Früchte durch das in ihnen enthaltene Öl den Vögeln schon in geringer Zahl tödlich werden, weiter die große Abteilung der strahlenblütigen Korbblütler, wie die Kamille und viele andere. Sogar dem Menschen kann die Ausscheidung solcher Öle gelegentlich gefährlich werden. Zwei aus China stammende, bei uns kultivierte Primeln haben schon mehrfach schwere Entzündungen der Haut hervorgerufen (Pr. chinensis und obconica).

Der Schleim kann auf zweifache Weise entstehen, entweder durch Absonderung aus dem Plasma oder von der Membran der Zellen. Der vom Protoplasma ausgeschiedene Schleim gelangt durch Poren in der Zellhaut nach außen; bei den Membranschleimen wird die Zellwand teilweise oder gänzlich in Schleim umgewandelt. Die Bildung dieser letzteren Schleime kommt bei Pflanzen häufiger vor als bei Tieren. Viele Algen zeigen diese Art der Schleimbildung, und auch das Verschleimen der Samenschalen des Leins und einer Salbeiart beruht darauf. Unter den Meeresalgen besitzen vor allem die Tange Schleimmembranen. Bei den Liliazeen, in den Knollen der Orchideen sind schleimführende Schläuche vorhanden; bekannt ist auch der Schleim der Mistelbeeren und der Quitte.

Der Schleim besitzt halbflüssige, klebrige oder fadenziehende Beschaffenheit, erstarrt an der Luft oder beim Altwerden und wird zähe bis knorpelig (Gallerte). Er enthält stets sehr viel Wasser und sehr wenig (oft nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ Prozent) organische Substanz; dagegen ist er reich an anorganischen Stoffen, z. B. Schwefel und Stickstoff.

Die Bedeutung der Schleime für die Lebewesen ist eine sehr verschiedene. Vor allem bilden sie einen Schutz gegen das Austrocknen und gegen Verletzung durch Druck und Stoß. Der Schleim der an der Luft lebenden Bakterien und Algen hat vielfach die Fähigkeit, das mit ihm in Berührung kommende Regen- und Rieselwasser aufzusaugen. So kann man öfter das kolossale Aufquellen der Nostoc-Alge während eines Dauerregens beobachten. Die Schleimhülle bildet hier also gleichsam ein Wasserreservoir, das die dem Luftleben angepaßten Mikroorganismen



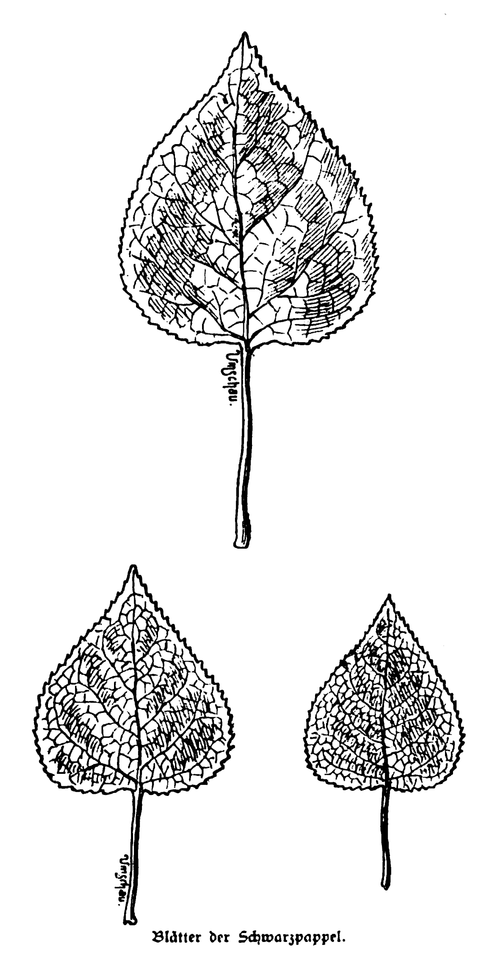
vor zu starker Ausschwitzung oder vor dem Austrocknen bewahrt.

Das grüne Laub.

„Das macht das dunkelgrüne Laub, daß der Wald so schattig ist," singt Roquette, und wenn die Blätter fallen und das rote Röslein zudecken, so trauern wir mit dem Dichter um die vergangene Pracht und wünschen uns wohl in die sonnigen Gefilde des Südens, wo das schöne Grün niemals stirbt, oder in die heißen Tropen mit ihrem Immergrün. Dort, so ist die weitverbreitete Meinung, gehe die Natur niemals zur Ruhe, Werden und Vergehen schließe sich ohne Pause aneinander. Das hieße mit Bezug auf den Laubwechsel, daß die Bäume fortdauernd treiben, an den Spitzen aller Zweige fortdauernd neue Blätter hervorsprießen lassen, während die älteren in der Reihenfolge ihrer Entstehung fallen.

Daß wir uns hier einer Täuschung hingeben, darüber belehrt uns ein auf längere Beobachtung in den Tropen gestützter Aufsatz Prof. Dr. G. Volkens', „Der Laubwechsel tropischer Bäume" betitelt.*) Prof. Volkens hat nur zwei Bäume entdeckt, bei denen ein unaufhörliches Fortwachsen stattfindet. Der eine, Albizzia moluccana, ein Schmetterlingsblütler, ist ein Baum, der es in 18 bis 20 Jahren auf eine Höhe von 30 und einen Umfang von 2 bis 3 Metern bringt. Mit unglaublicher Schnelle schießt er wie eine Staude empor, stirbt aber zu einer Zeit, wo viele unserer Bäume erst in das tragfähige Alter kommen, schon wieder ab. Mit diesem beschleunigten Abspinnen des Lebenszyklus mag es zusammenhängen, daß solche Bäume kein periodisches, sondern immerwährendes Treiben zeigen. Sonst aber tritt eine solche Periodizität in augenfälligster Weise auf. Die Zahl der Bäume, bei denen der Laubwechsel sich ähnlich wie bei unseren Laubhölzern vollzieht, bei denen sämtliche alte Blätter fallen, bevor neue treiben, ist auch in den regnerischen Tropengegenden viel größer, als man annimmt. Fast alle Holzgewächse mit krautigem, weichem Laube, das nicht die Textur des Lorbeer- oder Oleanderblattes hat, gehören hieher. Wenn trotzdem die meisten Reisenden den Tropenwald als immergrün beschreiben, so erklärt sich das aus dem Umstande, daß einerseits bei vielen Arten die Zeit völliger Laublosigkeit eine sehr kurze, oft wenige Tage zählende ist, und daß anderseits die verschiedenen Individuen derselben Art ihr Laub nicht gleichzeitig fallen lassen.

Manche Arten verlieren ihr Laub mehrmals im Jahre, andere wechseln das grüne Gewand alle 8 bis 10 Monate, während Bäume, die sich wie die unsrigen nur im Frühling regelmäßig neu belauben, eine Seltenheit sind. Während manche Arten wie auf Kommando das Laub zur selben Zeit, fast genau in der gleichen Stunde „ausschütten", wechseln bei anderen Spezies die verschiedenen Individuen höchst ungleichmäßig. Während bei uns, wie als selbstverständlich angenommen wird, die Kälte die Blätter zum Abfall bringt und die steigende Wärme die Knospen im Frühjahr zum Leben erweckt, sehen wir uns in den Tropen, wo Unterschiede zwischen einer warmen und einer kalten Jahreszeit überhaupt nicht existieren, wo auch die Unterschiede zwischen den regenreicheren und den regenärmeren Monaten vielfach sehr geringfügig sind, vergebens nach einer ausreichenden Ursache des Laubfalls um. Das Klima kann es jedenfalls nicht sein, was als Urheber dieser periodischen Erscheinung angesprochen werden könnte.



Blätter der Schwarzpappel.

Noch andere Rätsel bietet der tropische Laubwald in Gestalt der „schlafenden Äste". Zwei Exemplare des Leguminosenbaumes Schizolobium excelsum besaßen im Januar je einen starken, vom Stamme ausgehenden Ast, der — bei übrigens reicher Beblätterung der anderen Äste — völlig laubleer war. Jeder mußte diese beiden Äste für tot halten und dies um so mehr, als sie volle drei Monate keine Spur wiedererwachenden Lebens zeigten. Dennoch waren sie nicht tot, sie hatten nur geschlafen. Im Mai schlugen sie wieder aus und waren vier Wochen später von ihren Genossen nicht mehr zu unterscheiden. Derartige schlafende Äste treten auch bei anderen Arten, wenn auch weniger auffällig, auf. Sollten sie sich vielleicht ablösen, so daß im Laufe der Jahre sämtliche Äste eines Baumes — unbeschadet des gewöhnlichen Laubwechsels — einmal ordentlich zum Ausruhen kämen?

*) Gartenflora, Bd. 52 (1903).

Nicht weniger schwierig als die Erklärung des tropischen Laubwechsels erscheint der Formenreichtum des Blattes bei manchen Arten, ein Reichtum, der zu der außerordentlichen Einförmigkeit und Regelmäßigkeit der Blätter anderer Arten in merkwürdigem Gegensatz steht. Ist bei den letzteren nur die Größe und Dicke der Blattspreite gewissen Schwankungen unterworfen, so gleicht bei den ersteren oft kein Blatt dem anderen, und der aufmerksame Beobachter gewahrt tausenderlei Modelungen des Grundplanes. Das gelappte Blatt des Efeus oder das glänzende, dornig-gezähnte Laub der Stechpalme (Ilex Aquifolium) geht an den oberen Zweigen in einfache, ungegliederte, ganzrandige Blattformen über, die jedoch mit dem reicher gegliederten Laube durch zahlreiche Übergangsformen verknüpft sind. Zur Erklärung der Vereinfachung erscheint die stärkere Beleuchtung und die dadurch hervorgerufene verstärkte Verdunstung des Blattes, vielleicht auch, wenigstens beim Efeu, die Nähe der Blütendolden mit ihrer starken Inanspruchnahme der Säfte ausreichend. Aber dieses Erklärungsprinzip läßt uns im Stiche, wenn wir eine der Pflanzen mit zahlreichen Blattmodifikationen ins Auge fassen.



Junges Pflänzchen von Geranium Robertianum mit dem „Stelzenapparat“ (s).

Mit einem Beispiel solcher Formenmannigfaltigkeit macht uns Dr. W. Brenner in der am Mittelmeer heimischen Steineiche (Quercus Ilex) bekannt.*) Wer nicht wüßte, daß wir es bei den von ihm gegebenen 14 Abbildungen mit Blättern einer und derselben Art, ja teilweise sogar desselben Baumes zu tun haben, würde hier eine ganze Sammlung von verschiedenen Eichenspezies, darunter solchen aus Mexiko, Japan, vom Himalaya, aus China, Tonking, Java u. s. w., vermuten. Immer aber kämen bei der Bestimmung solche Arten in Frage, die ein dem mittelmeerischen mehr oder weniger entsprechendes Klima bewohnen. Das Klima also legt den Spielraum der Variation der Blattgestalt fest, und ein bestimmtes Klima hat in einer gewissen Pflanzengruppe eine ganz bestimmte Normalform erzeugt, welche die verschiedensten Arten dieser Gruppe zu verwirklichen streben. Da nun aber an demselben Orte die klimatischen Faktoren manchen Schwankungen unterworfen sind, so läßt sich von vornherein erwarten, daß diesen Klimaschwankungen die kleineren Abweichungen der Form parallel gehen werden.

Das ist nun bei der Steineiche in auffallender Weise nachweisbar. Pflanzen von sonnigen Standorten tragen Blätter, deren Größe im allgemeinen gegen die schattiger Standorte zurückbleibt, was offenbar mit dem geringeren Wassergehalt des besonnten Bodens und der erhöhten Transpiration zusammenhängt. In beiden Blattreihen, den von sonnigen und den von schattigen Standorten herrührenden, lassen sich je nach der Stellung am Baume Sonnen- und Schattenblätter erkennen. Mit dem Übergange vom Sonnenblatt zum Schattenblatt sehen wir zahlreiche Zähne oder kurze Lappen, Stacheln und fadenartige Verlängerungen der Seitennerven (Sekundärnerven) auftreten. Die verminderte Wasserabgabe im Schatten, bezw. der die Verdunstung überwiegende Wasserandrang treibt die Sekundärnerven über den Rand des Blattumfanges hinaus. Am schattigen Standort vermag auch das zwischen den Sekundärnerven gelegene Gewebe diesem Wachstum zu folgen, während am sonnigen Standpunkt doch die Transpiration die Entwicklung so hemmt, daß hier Zahnbuchten, dort Fadenlappen entstehen. Dasselbe zeigt sich auch bei anderen Eichenarten. Eine Abbildung zweier Blätter von einem Baume der Sicheleiche aus Nordamerika (Quercus falcata) läßt uns an den tiefen Buchten, zwischen denen die gesteigerte Transpiration die Ausbildung der Blattsubstanz hemmte, das Sonnenblatt ohne weiteres vom Schattenblatt unterscheiden.

Die Luftfeuchtigkeit allein schon vermag, wie M. Ph. Eberhardt in einer die vorige Arbeit ergänzenden Abhandlung darstellt,*) ganz bedeutende Änderungen der Blattgestalt hervorzurufen. Mangel an ausreichender Luftfeuchtigkeit bewirkt bei Verbreiterung verschiedener Organe und gleichzeitiger Verkleinerung und Verdickung der Blätter Zwergwachstum. Hand in Hand damit werden alle Pflanzenfarben intensiver und leuchtender, das Wurzelsystem dehnt sich ungewöhnlich aus, die Bildung von Haaren und Stacheln nimmt zu, Blühen und Fruchtbildung werden beschleunigt. Große anatomische Veränderungen zeugen ebenfalls dafür, wie die Pflanze die drohende Lebensschädigung abzuwenden bemüht ist.

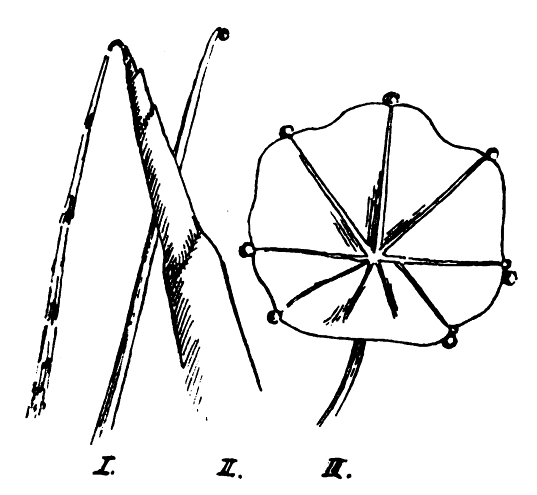
Wie gegen abnorme Trockenheit, so verstehen Pflanze und Blatt sich aber auch gegen Überladung


*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. III (1904), Nr. 33.

*) Annales des sciences nat. Botanique, Bd. 18 (1903), S. 60.

mit Flüssigkeit zu wehren. Als ich eines Morgens nach taureicher Nacht zu den am Abend vorher reichlich begossenen Exemplaren der Kapuzinerkresse auf den Balkon trat, gab es kaum ein Blatt, das nicht am Rande, da, wo die Blattnerven mit einer gelblichen Austrittsstelle enden, einen großen Tropfen klaren Wassers getragen hätte, der sich nach seiner Entfernung ziemlich schnell wieder erneuerte. Die Pflanzen entledigten sich des überschüssig aufgenommenen Wassers, das sie in der feuchten Morgenluft auf dem gewöhnlichen Wege der Verdunstung nicht loswerden konnten. Dieselbe Beobachtung kann man häufig an den Blattspitzen von Gräsern machen. Ein noch auffälligeres Beispiel, eine lebende Fontäne, die schon im Jahre 1672 von dem alten Botaniker Muntingh beschrieben worden war, hat Prof. H. Molisch jüngst ins Gedächtnis zurückgerufen. An den jungen, noch eingerollten Blättern der beliebten Dütenblume (Colocasia antiquorum) sowie verwandter Blattpflanzen findet bei feuchter Luft ein ständiges Emporschleudern kleiner Wassertröpfchen statt (in der Minute bis zu 190 Tröpfchen!), die zusammen eine wahre, kleine Fontäne vortäuschen. Am intensivsten arbeitet der lebende Springbrunnen nachts und an trüben Tagen, um bei Sonnenschein fast ganz zu versiegen. Nicht erklärt ist es, warum dieser sehr lebhafte Transpirationsvorgang als Ausspritzung, nicht als Ausfließen von Tröpfchen, und in Intervallen erfolgt. Wahrscheinlich spielt dabei der kapillare Widerstand in den Wasserspalten eine Rolle.

Wie das Blatt unter Umständen auch ihm ganz fremde Funktionen übernehmen kann, zeigt an sehr hübschen Beispielen Prof. Dr. Neger.*) Beim Ruprechtskraut, diesem stinkenden Gassenjungen aus der edlen Familie der Kranichschnäbler, der die gewagtesten Standorte zu erklettern liebt und dabei nicht selten arg ins Wanken kommt, müssen die Blätter als Stützorgane aushelfen. Schon den Keimblättchen kommt die Fähigkeit des Stützens, ausgedrückt in energischer Abwärtsbeugung bis zur Stützfläche, zu, und wenn sie verwelkt sind, treten die untersten Blätter des grundständigen Blattquirls an ihre Stelle. Werden sie gewaltsam entfernt oder verwelken sie allmählich, so werden sie durch die nächsthöheren Blätter, die sich nun in charakteristischer Weise abwärts krümmen, abgelöst. Die Blattspreiten legen sich dabei dem Felsen, den darauf wuchernden Moosen oder sonstigen Unebenheiten des Standortes an, ihre Stiele werden kräftiger, kurz diese Blätter verzichten zu Gunsten des Gesamtorganismus auf ihre normale Funktion und werden zu



Wasseraustritt an Blüten der Kanarienhirse (I) der Dütenblume (II) und der Kresse (III).

Stützorganen, durch welche die Pflanze an steiler Wand auf „festen Füßen" steht. Ähnliches hat man bei der Hain-Miere (Stellaria nemorum), besonders bei Exemplaren an senkrechten Felswänden, beobachtet. In anderen Fällen, z. B. beim Schöllkraut, beim kriechenden Hahnenfuß, übernimmt nur der ziemlich starre Blattstielgrund, dem Boden fest angepreßt, das Stützen. Zu der Erklärung des ganz eigenartigen Phänomens beruft Prof. Neger sich auf ein der Pflanze innewohnendes Empfindungsvermögen für Form und Lage ihrer Organe, auf ihre von Prof. Noll vor Jahren näher geschilderte „Morphästhesie". Damit wären wir denn glücklich wieder bei der so übel berufenen und doch hinter so vielen „Erklärungen" unversehens auftauchenden Lebenskraft angelangt, die wir vorläufig weder im Pflanzenreich noch in der Tierwelt entbehren können.

*) Über Stelzenpflanzen in unserer einheimischen Flora. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 19. Über Blätter mit der Funktion von Stützorganen. Flora. Bd. 92 (1903). S. 370.

Im Reiche des Faunus.

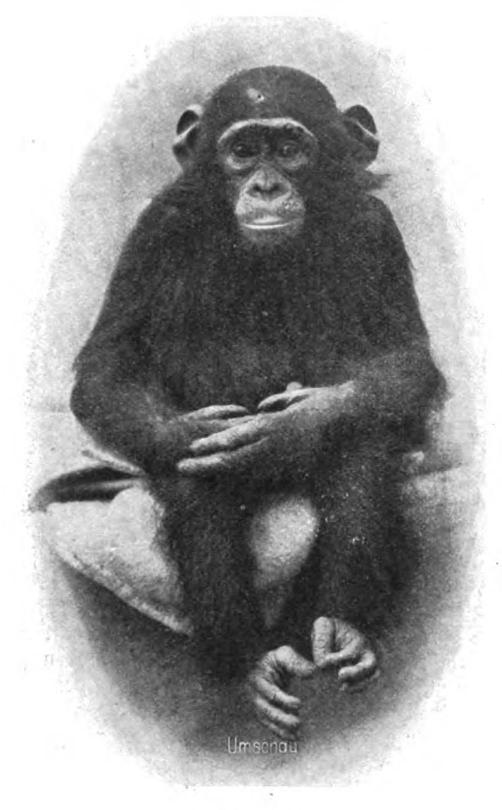
(Zoologie.)

Der „kluge Hans." • Zur Biologie der Wirbeltiere. • Unsere Getreuften. • Die antarktische Tierwelt. • Unsere gefiederten Freunde auf der Wanderung. • Geflügeltes Allerlei. • Tropisches Insektenleben.

Der „kluge Hans".

Wenn der altitalische, zu Späßen und Foppereien so sehr aufgelegte Gott der Fluren und Wälder, der bärtige Faunus, sich heute wieder einmal nach seinen Schützlingen umsähe, er müßte ihnen ein aufrichtiges laudo! spenden. Denn, während sie zu seiner Zeit nur in den Fabeln des Äsop und des Phädrus die Rolle überlegender und kluger Wesen spielten, scheinen sie sich im Laufe der Jahrhunderte von den ihnen angedichteten Qualitäten wirklich manches zu eigen gemacht zu haben, und einige von ihnen, wie der Pudel Atma des großen Frankfurter Philoso-

phen oder F. T. A. Hoffmanns Kater Murr haben es zur Weltberühmtheit gebracht. „Indem ich" — sagt Kreisler, bekanntlich der verkappte Hoffmann in Person — „diesen klugen Kater betrachte, fällt es mir wieder schwer aufs Herz, in welchen engen Kreis unsere Erkenntnis gebannt ist. — Wer kann es sagen, wer nur ahnen, wie weit das Geistesvermögen der Tiere geht! — Wenn uns etwas oder vielmehr alles in der Natur unerforschlich bleibt, so sind wir gleich mit Namen bei der Hand und



Schimpanse.

brüsten uns mit unserer albernen Schulweisheit, die eben nicht viel weiter reicht als unsere Nase. So haben wir denn auch das ganze geistige Vermögen der Tiere, das sich oft auf die wunderbarste Art äußert, mit der Bezeichnung Instinkt abgefertigt. Ich möchte aber nur die einzige Frage beantwortet haben, ob mit der Idee des Instinkts, des blinden, willkürlichen Triebes, die Fähigkeit, zu träumen, vereinbar sei."

Wie Hoffmann, den der Tod seines klugen Hausgenossen mit tiefem Schmerze erfüllte, von seinem Kater, weiß auch Schopenhauer von seinem Hunde Beweise wirklicher Intelligenz zu berichten. „Vor kurzem", so erzählte er, „hatte ich in meinem Schlafzimmer große, bis zur Erde hinabreichende Fenstergardinen anbringen lassen, von der Art, die in der Mitte auseinanderfährt, wenn man eine Schnur zieht. Als ich nun dies zum erstenmal, morgens beim Aufstehen, ausführte, bemerkte ich zu meiner Überraschung, daß mein sehr kluger Pudel ganz verwundert dastand und sich, aufwärts und seitwärts, nach der Ursache des Phänomens umsah, also die Veränderung suchte, von der er a priori wußte, daß sie vorgegangen sein müsse; dasselbe wiederholte sich noch am folgenden Morgen." Bei einer anderen Gelegenheit erwähnt er, „daß sehr kluge Hunde, welche bekanntlich einen Teil der menschlichen Rede verstehen, wenn ihr Herr zu ihnen spricht und sie sich anstrengen, den Sinn seiner Worte herauszubringen, den Kopf abwechselnd auf die eine oder die andere Seite legen; welches ihnen ein höchst intelligentes und ergötzliches Ansehen gibt."

Als oberste Glieder in der Stufenleiter des tierischen Verstandes gelten die Intelligenzen von Affe, Elefant und Hund. Für die geistigen Anlagen des ersteren bringt Dr. R. Ebert eine Beobachtung, die er vor Jahrzehnten bei dem 1872 vom Dresdener zoologischen Garten angekauften Schimpansen, namens Focke, machte, und zwar kurz nach dessen Ankunft.*)

„Focke war im Winterhause untergebracht, in einem leidlich großen Raume, an dessen Wänden Sitzbretter liefen. Er saß bei meiner Ankunft auf einem derselben, sah sich, was er schon stundenlang getan, höchst verwundert seine neue Wohnstätte an und blickte dabei mehr auf- als abwärts. Endlich prüfte er die im Wohnraume befindlichen Gegenstände, besonders einen Krug mit Wasser. Dabei entdeckte er ein Astloch in der Diele. Er kam demselben näher und stierte nun, vor ihm kauernd, mit einem Auge längere Zeit in dasselbe hinein. Er mochte wohl vor allem seine Tiefe haben ergründen wollen; denn als die Betrachtung zu keinem Ziele führte, steckte er den Zeigefinger, so tief er konnte, in das Loch und schien höchst verwundert, als er auch auf diese Weise den Boden nicht erreichte. Jetzt fing er nach einiger Zeit der Überlegung an, in das Loch zu spucken und sorglich allen daneben kommenden Speichel mit den Fingern in dasselbe zu dirigieren. Die Flüssigkeit aber reichte nicht aus, es zu füllen, da die Diele mehrere Zentimeter über den unebenen Grund gelegt war und so das kleine Loch in den großen Zwischenraum überging. Nun holte er den Wasserkrug und goß seinen ganzen Inhalt in die so merkwürdige Öffnung. Aber alles Wasser verlief, ohne den erwünschten Aufschluß zu geben. Da setzte er langsam den Krug wieder an seinen früheren Platz, ging auf sein Brett, setzte sich ruhig nieder, sah zuweilen noch auf das Loch herunter, schien aber sehr betroffen zu sein. In den folgenden Tagen soll er noch oft Versuche gemacht haben, sich über die Tiefe des Loches Gewißheit zu verschaffen, bis er endlich die Resultatlosigkeit seiner Bemühungen einsah und das Loch keines Blickes mehr würdigte."

Bei Beurteilung der Intelligenz dieses Schimpansen, bemerkt Dr. Ebert sehr richtig, ist wohl besonders bemerkenswert, daß sie sich in einer Richtung betätigte, die mit den materiellen Bedürfnissen des Tieres in keinem Zusammenhange stand. Es war eine rein theoretische Frage, für die sich Focke interessierte, eine Frage, deren Lösung wohl sonst

*) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1604), Nr. 24.

für Tiere kaum Interesse haben dürfte. Und wie suchte er sie zu lösen! Die vier Mittel, die ihm hiezu allein zu Gebote standen, hat er sämtlich erkannt und, vom nächstliegenden zum entfernteren übergehend, in einer Reihenfolge benutzt, wie sie auch menschliche Intelligenz nicht besser hätte anordnen können. Zu welcher Höhe derartig geistig begabte Tiere gebracht worden wären, wenn sie seit Tausenden von Generationen systematisch erzogen wären, läßt uns dies Beispiel, läßt uns auch der „kluge Hans" ahnen, jener begabte Hengst des Herrn v. Osten, der im Jahre 1904 die Sensation der Berliner bildete. Doch ehe wir uns ihm zuwenden, sei zuvor noch einiger anderer Fälle hervorragender tierischer Intelligenz gedacht.

Abgesehen vom Elefanten, Affen und Pferde haben die Raubtiere entsprechend der gewaltigen Dosis von Lebenswillen, die ihnen innewohnt, auch weit mehr Intellekt als die Grasfresser; denn der Intellekt ist das Werkzeug des Willens, ein Mittel zur Erhaltung des Einzelnen und seiner Art, und daher dem Willen überall genau angemessen. Im „Windsor Magazine" erzählt Ch. E. Branch von den Wundern tierischer Intelligenz, die er bei einem Besuche des französischen Tierseelenforschers Hachet-Souplet sah und hörte. Um zu prüfen, ob die Katze nicht nur Instinkt habe, sondern einer gewissen verständigen Überlegung fähig sei, stellte Hachet-Souplet folgendes Experiment an: Er setzte der Katze ihre Nahrung in einem mit Drahtgitter versehenen und mit einem Riegel verschlossenen Kasten hin. Obwohl sehr hungrig, versuchte das Tier doch nicht erst, wie es instinktmäßig hätte geschehen müssen, durch das Gitter zu springen, sondern wandte sogleich dem Riegel seine Aufmerksamkeit zu und schob ihn zurück. Nun wurde der Riegel mit einem Stricke an den Draht befestigt, so daß er sich nicht ohne weiteres fortstoßen ließ. Sehr erstaunt betrachtete die Katze den Verschluß genau, lief miauend um den Kasten herum und schien schnurrend gleichsam nachzudenken. Dann sprang sie an dem Gitter empor, schlug den Strick mit der Pfote herunter, schob nun den Riegel abermals beiseite und begab sich an ihre Mahlzeit. — Mit einem Löwen wurde folgendes interessante Experiment vorgenommen: In seinem Käfig wurde eine hölzerne Büchse mit einem leicht abzuhebenden Deckel gestellt; sie barg, für den Löwen sichtbar, einen Leckerbissen. Zunächst schien der König der Tiere das fremde Ding für einen Feind zu halten, dem man eigentlich zu Leibe gehen müsse. Dann aber begann er die Büchse zu umwandern, zu beschnüffeln und ein lebhaftes Verlangen nach dem leckeren Inhalt zu zeigen. Anstatt aber instinktmäßig das schwache Gefäß mit der Tatze zu zerschmettern, prüfte er es sorgfältig mit gespanntester Aufmerksamkeit, nahm dann ernst, langsam und bedächtig den Deckel zwischen die Zähne, hob ihn hoch, ließ ihn fallen und verspeiste dann den Inhalt der Büchse.

Auch in dem neuesten Falle einer Offenbarung höherer tierischer Intelligenz, bei dem klugen Hans, spielt der Magen eine große Rolle: Das Interesse des Hengstes an der eigenen Vorstellung, an der Konzentrierung seiner Gedanken (!) muß wachgehalten werden durch beständiges Verabreichen von Brotschnittchen und Mohrrüben, von denen der Examinierende in der Rocktasche einen beträchtlichen Vorrat zur Verfügung haben muß. Wie sich eine Vorführung des Wunderpferdes gestaltet, wollen wir nach einem Berichte des Prof. Dr. G. Schweinfurth, des berühmten Afrikareisenden, darstellen.*)

Der Hengst Hans, nach der Ansicht seines Besitzers ein Tier von nur mittelmäßiger Begabung, seit vier Jahren bei Herrn v. Osten in der Lehre, tritt sehr ruhig und gesetzt auf — er erhält nie Peitschenschläge — und nimmt auf Zuspruch, rechts, links u. s. w., seinen Platz in dem knappen Raume vor den Zuschauern ein. Der deutschen Sprache und Schreibschrift scheint er in hohem Grade mächtig zu sein, denn er beantwortet die an ihn, auch von Fremden, gestellten Fragen ohne Zaudern und fast immer mit absoluter Genauigkeit. Er macht vielleicht 5% Fehler, aber stets nur geringfügige, indem er z. B. statt 31 nur 30 zählt. Seine einzige Darstellungsweise für Sprache, Schrift und Zahl ist der ziffermäßige Huftritt. Jeder Laut hat zwei Ziffern, die er durch Stampfen mit dem rechten Vorderfuß markiert. Auf einer Tafel stehen, zur Kontrolle für die Zuschauer, die nach Zeilen geordneten Laute verzeichnet. Schreibt man z. B. auf einen Zettel das Wort „Abtei" und hält dem Hengst das Blatt vor, so wird derselbe auf die Frage: „Der erste Buchstabe steht in welcher Reihe?" einmal, d. h. in der ersten Reihe, auf die weitere Frage: „Der wievielte Buchstabe?" wieder einmal aufstampfen (erster Buchstabe) und so fort, bis die Buchstabierung des Wortes vollendet ist. Jedes gesprochene oder aufgeschriebene Wort kann das Tier auf diese Weise zum Ausdruck bringen, und zwar gibt es von seiner Schrift- und Sprachkenntnis nicht nur in Gegenwart seines Lehrers Kunde, sondern auch wenn dieser sich entfernt und ein anderer der Anwesenden die Prüfung übernimmt. Die geschilderte Art der Verständigung ist durchaus nicht zeitraubend, denn alle Antworten des wunderbaren Geschöpfes gehen schnell und ohne irgend ein Zögern vor sich. Bei größeren Zahlen muß man sehr aufpassen, um folgen zu können.

Unter den zahllosen und unerschöpflichen, von dem Hengste gelösten Aufgaben überraschen am meisten die auf seinen Gehörsinn berechneten. Er unterscheidet genau alle Töne, einzelne wie zusammenklingende, alle Arten Takte u. s. w. Ob auf einem Instrument zwei, drei oder vier Töne zugleich angestimmt werden und welche, vermag Prof. Schweinfurth nicht zu unterscheiden; der Hengst tut es mit Sicherheit.

Auch das bei Pferden sonst für ziemlich stumpf gehaltene Gesichtsvermögen gibt beim „klugen Hans" viel zu denken. Es werden z. B. geometrische Figuren aufgehängt, man zeichnet einzelne derselben auf eine Tafel im kleinen auf, und sofort bezeichnet das Tier, die wievielte in der Reihe die gezeichnete Figur sei. Es erkennt sogar Menschen nach Photographien, zum Teile nach recht mangelhaften. Eine Anzahl Herren werden vor ihm aufgestellt. Die kleine Erkennungsphotographie eines derselben von einem Abonnement der Elektrischen

*) Die Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 35.



wird ihm vorgezeigt, und sofort gibt Hans durch Hufschlag die Zahl an, die dem Betreffenden in der Reihe zukommt.

Am wunderbarsten aber erscheint bei diesen Vorführungen der Zahlensinn und das Rechentalent des Pferdes. Diese sind es vornehmlich, die die Erklärung aller erwähnten Vorgänge mit Hilfe der Gedächtniskunst zu Schanden machen. Der Hengst hat in der Tat rechnen gelernt. Er beherrscht die vier Spezies, kann namentlich mit größter Sicherheit addieren und subtrahieren. Er weiß, daß, um $^4/_6$ zur Eins zu ergänzen, $^2/_6$ nötig sind, verwandelt gewöhnliche Brüche in Dezimalbrüche, und es ist manchmal schwer, seinen Berechnungen zu folgen. Seiner Gedächtniskraft scheinen die weitesten Grenzen gezogen zu sein. Er gibt z. B. genau von jedem Monat die Tage an, auf welche ein Sonntag fällt, ferner die, auf welche des Kaisers Geburtstag in den einzelnen Jahren fällt.

Der Besitzer des Tieres und verschiedene Kenner, die sich mit der Prüfung des Pferdes abgegeben haben, stellen auf das Entschiedenste in Abrede, daß die an ihm hervortretenden Phänome bloß das Ergebnis von Mnemotechnik seien. Vielmehr seien durch die angewandte Erziehungsmethode in dem Tiere Kombinationsgabe, Urteil und Überlegung geweckt worden, ebensogut wie das bei Kindern oder bei Taubstummen zu geschehen hat. Auch Prof. Schweinfurth scheinen die verschiedenen Produktionen des Tieres gewisse Äußerungen seines Intellekts aufzuweisen, die durch das Gedächtnis allein nicht zu erklären wären. „Ein Problem für Philosophen und Psychologen, wie es innerhalb der Tierwelt vielleicht bisher noch nirgends in die Erscheinung getreten ist," nennt er den „klugen Hans". Aber trotz der vielen Zeugnisse und Lobeserhebungen, die dem seltenen Tiere bisher zu teil geworden sind, meint man doch hinter allem das neckische Gelächter des alten Faunus hervortönen zu hören, der, da wir ihn selbst aus unseren Kreisen verbannt haben, uns nun in seinen Geschöpfen foppt und täuscht. Von den zahlreichen guten und schlechten Witzen, die, aus diesem Gefühle geboren, über den klugen Hengst zirkulieren, sei zum Schlusse nur einer gerettet: Hans pflegt auch Herren, die ihm einmal vorgestellt sind, wiederzuerkennen. Bei einer Vorführung soll er den Namen eines Anwesenden, den er früher schon gesehen und auf seine Weise durch Hufschlag markiert hat, wiedergeben. Schalkhaft weigert er sich anfangs durch Kopfschütteln. Endlich auf wiederholtes Zureden seines Herrn dreht er sich um und wedelt mit dem Schweife: Der zu Rekognoszierende war ein Herr — v. Wedell.

Es ist in der Tat so schwierig, in das dunkle Gebiet der tierischen Psyche einzudringen, daß, so viele Forscher sich mit dem Seelenvermögen der Tiere beschäftigt haben, so viele verschiedene Grundansichten auch darüber geäußert sind. Der Schluß nach der Analogie von uns auf die Tiere ist eine sehr unzuverlässige Brücke, und eine andere gibt es nicht. Hachet-Souplet teilt die Tiere nach ihrer intellektuellen Veranlagung in drei Klassen ein, und Prof. H. J. Kolbe*) stimmt ihm darin bei. Auf der niedrigsten Stufe äußert sich die ganze seelische Tätigkeit darin, daß auf einen Nervenreiz eine Reaktion in Form einer Reflexbewegung erfolgt. Dergleichen Reflexäußerungen erhalten sich bis zu den höchsten Stufen animalischen Lebens, selbst bis zum Menschen; wenn wir uns des Nachts aus der Seitenlage in die Rückenlage drehen, so ist dies nur eine reflexmäßige Reaktion auf die unbequeme Lage, an der unser Bewußtsein nicht beteiligt ist.

Die zweite Stufe tierischen Intellekts äußert sich in den durch Naturtrieb (Instinkt) eingegebenen Handlungen. Instinkte werden nicht individuell erworben, sondern von den Vorfahren ererbt. Es ist jedoch nach Prof. Kolbes Ansicht nicht richtig, die Instinktäußerungen als unbewußte Handlungen hinzustellen. Der lebhafte oder unwiderstehliche Naturtrieb zu naturnotwendigen Handlungen (Brutpflegetrieb, Wandertrieb, Mutterliebe) ist nebst der durch die Natur gebotenen und mitgegebenen Fähigkeit zur Ausführung dieser Handlungen erblich im Tiere vorhanden. Die Ausführung der durch diese Triebe eingegebenen Handlungen hält Prof. Kolbe für eine bewußte Tätigkeit. Wenn ein Vogel zum Nestbau schreitet, so folgt er hauptsächlich seinem ererbten Naturtriebe; in der Ausübung des Nestbaues aber muß er bewußt handeln. Er sucht und findet die passenden Stoffe, rauhere für die Außenseite, weiche für die Ausfütterung des Innenraumes, und weiß beim Mangel der gewöhnlichen Baustoffe und Bauplätze passenden Ersatz zu finden. Es ist wohl möglich, daß er aus seiner Jugendzeit, da er selbst im Neste lag, eine Vorstellung von der Form und Größe des seiner Art zukommenden Nestes hat, und daß er aus eigenen Erfahrungen und eigener Anschauung fähig ist, ein Nest herzustellen, sobald der Naturtrieb ihn dazu zwingt. Dabei brauchen wir nicht anzunehmen, daß das Tier den Zweck seines Handelns kenne. Doch scheint letzteres bei höheren Tieren nicht selten der Fall zu sein.

Eine dritte Stufe repräsentiert der Verstand, der selbständige, ohne Instinkt, aus individueller Erkenntnis hervorgehende Handlungen erzeugt. Hieher gehört das Vermögen vieler Tiere, infolge Kennenlernens neuer Dinge und Verhältnisse ihre Gewohnheiten umzumodeln. Wasmann hat an Ameisen viele selbständige und individuelle Handlungen festgestellt und gefunden, daß sie aus unzweifelhaften Erfahrungen heraus ihr Handeln abändern und ihre individuell erworbene Geschicklichkeit unter den neuen Verhältnissen in Anwendung bringen. Ähnliches hat man kürzlich bei einer Krebsart festgestellt; auch die Krebse vermögen unzweifelhaft zu lernen.

Inwieweit schließlich intelligente Einsicht in die Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung und der Schluß aus früheren Erfahrungen auf neue Verhältnisse, also die Vernunft, in der höheren Tierwelt anzunehmen sei, das dürfte wohl erst nach vielen und sorgfältigen Untersuchungen zu entscheiden sein. Vielleicht wären solche Versuche weniger in der Richtung menschlicher Schulweisheit anzustellen, wie beim „klugen Hans", als vielmehr auf dem Felde, auf dem das Tier nach seiner natürlichen Zugehörigkeit sich betätigen kann. Dressur und Einpauken müßten völlig ausgeschlossen sein.

*) Über die psychischen Funktionen der Tiere. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 1.

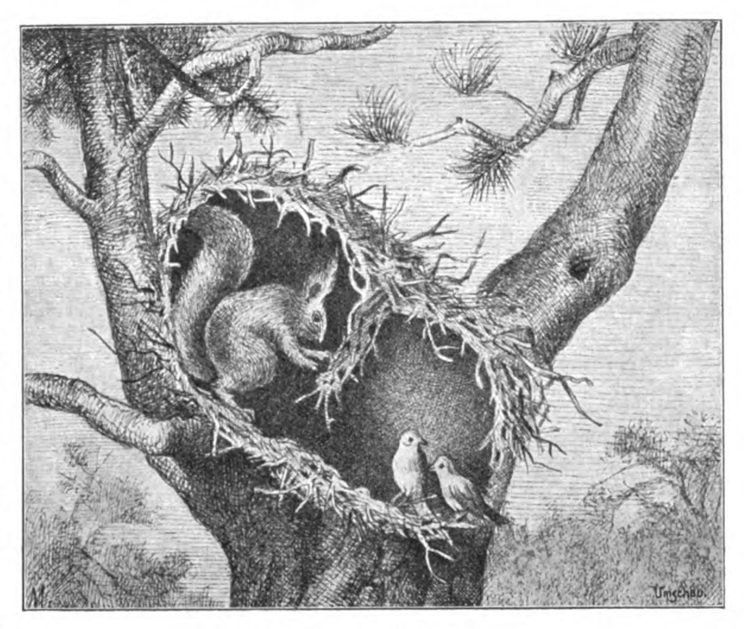


Zur Biologie der Wirbeltiere.

Steht es also um unsere Wissenschaft von dem Geistesinhalt der Tiere sehr schwach, so läßt auch unsere Kenntnis von ihrem äußeren Leben und Treiben noch manches zu wünschen übrig. Wie wäre es sonst z. B. möglich, daß gegenwärtig von dem niedlichen Äffchen unserer Wälder, dem Eichhörnchen, noch neue Tatsachen bekannt werden, wie sie der westfälische Naturforscher P. Wemer veröffentlicht hat. Er unterscheidet drei Nestarten des Eichhorns: Zufluchts- oder Luftnester, zu vorübergehendem Aufenthalt in den äußersten Zweigen des Baumes aus Laub mit etwas Moospolsterung hergerichtet; Notnester in den Astgabeln von Kiefern, Fichten und Eichen, von etwas festerem Bau und zur Aufnahme der Jungen dienend, wenn das Hauptnest gefährdet erscheint, und drittens Hauptnester, fest gebaut und in Astgabeln an den Stamm geschmiegt, so daß sie auch bei Sturm möglichst wenig erschüttert werden. Wie die Eichhörnchen als Notnester bisweilen auch die Horste von Krähen, Bussarden oder Eichelhähernester benützen, so legen sie die Hauptnester auch in hohlen Bäumen, ausnahmsweise sogar auf der Erde im Heidekraut, überdeckt von einem Kiefernzweige, an.

Mehrfach fand Wemer Hauptnester, die durch eine Zwischenwand in zwei Kammern geteilt waren und in dieser Wand eine aus Moos und Laub verfertigte Klappe besaßen. In solchen Nestern lagen die Federn gerupfter Meisen und Goldhähnchen, und da unser Beobachter diese Vögel wiederholt ihre Nachtruhe in Eichhörnchennestern aufsuchen sah, stieg der Verdacht in ihm auf, es hier mit einer wirklichen Vogelfalle zu tun zu haben. Bei weiteren Beobachtungen gelang es mehrfach, das Eichhorn auf frischer Tat zu ertappen. Es lauert in der Nähe oder in der zweiten Kammer des Fangnestes, bis die Vögel in der Dämmerung in das Nest schlüpfen, und überfällt sie dann plötzlich. Um ein möglichst sicheres Bild von dem Umfang dieser Mördereien zu gewinnen, untersuchte Wemer den Mageninhalt von 96 Eichhörnchen; in 57 Fällen fand er Reste von Vögeln darin. Schlimmere Taten als die Vernichtung erwachsener Vögel, besonders der nützlichen Meisen, hätte das schon als Nesträuber verrufene Eichkätzchen gar nicht auf sein Konto schreiben können. Nun wird man ihm vermutlich noch energischer an den Kragen gehen als bisher (Umschau, VIII. Jahrg. Nr. 6).

Der Winterschlaf, durch den sich das Eichhörnchen nur gelegentlich und auf Tage den Unbilden der Witterung entzieht, ist bei anderen Mitgliedern unserer Fauna zu einer ständigen, der Arterhaltung unentbehrlichen Einrichtung geworden. Der Hunger ist es, der den Hamster, das Murmeltier, den Siebenschläfer, den Ziesel, die Haselmaus, die Fledermäuse, den Bären, den Igel, den größten Teil des Winters bei uns verschlafen läßt. Alle Lebensverrichtungen, nicht nur wie im Schlafe die des Gehirns, sind auf ein Mindestmaß herabgesetzt, so daß der Winterschläfer vom toten Tiere kaum zu unterscheiden ist. Nur mittels dieser, Kräfte und Säfte sparenden völligen Lethargie ist es möglich, mit dem in den vorhergehenden günstigeren Monaten aufgespeicherten Reservematerial an Fett auszukommen. Über eines der Organe, die speziell in den Dienst des Winterschlafes gestellt sind, über die Winterschlafdrüse des Igels, haben Carlier und Evans kürzlich eine Untersuchung angestellt, die uns einen Einblick in den Winterhaushalt eines solchen Schläfers gewährt.*)

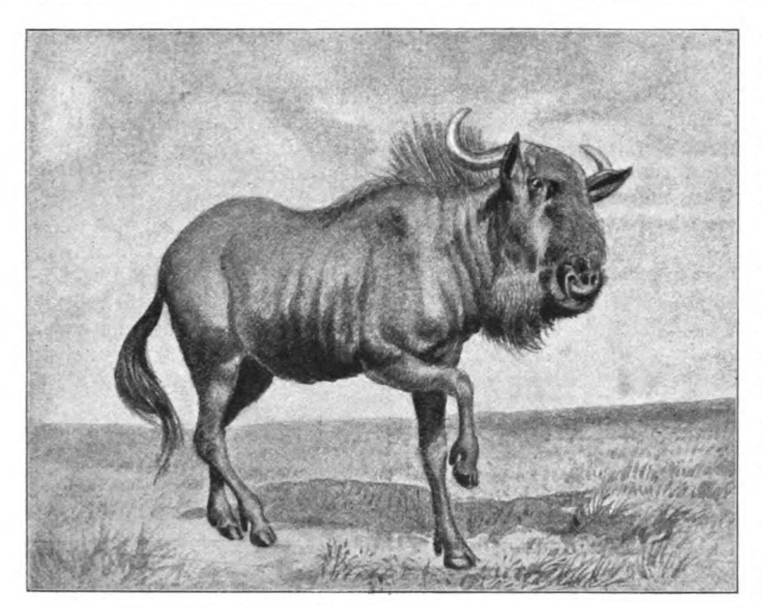


Eichhörnchennest mit Vogelfalle.

Zwanzig bis dreißig Igel wurden Ende September 1901 und ebenso 1902 im kühlen Keller mit Milch und Brot gefüttert, bis Ende Oktober der Winterschlaf eintrat. Jedes Tier wurde dann gewogen, gezeichnet und bis zum Gebrauch in Ruhe gelassen. Am 25. jedes Monats vom Oktober bis zum April wurden einige Tiere getötet und untersucht. Die Winterschlafdrüse zeigte schon durch den Wechsel ihrer Farbe und ihres Gewichtes, daß sie beträchtlich in Anspruch genommen wurde. Ihre Zusammensetzung änderte sich mit der Jahreszeit und auch mit dem Individuum; immer enthielt sie Wasser (50 bis 60%), Fette und fettartige Stoffe (40 bis 17%), Eiweiß (15 bis 16%), Pigmente und Salze.

Zu Beginn des Winterschlafes sind die Tiere ungemein fett. Während des ersten Monats nimmt das Körpergewicht, auch das der Drüse, sehr schnell ab; letztere gibt anfänglich viel Fett ab, beginnt dann aber damit bis Ende März zu sparen. Erst wenn alles im Körper aufgespeichert gewesene Fett verschwunden ist, wird die Drüse die einzige Fettquelle und ihr Fettgehalt sinkt reißend schnell, wäh-

*) Naturwiss. Rundsch., 1904, Nr. 6.



Blaues Gnu.

rend von den Eiweißstoffen so gut wie gar nichts verbraucht wird.

„Diese Untersuchung bestätigt also die bemerkenswerte Tatsache, daß während des Winterschlafes das Leben allein durch Fett erhalten wird, ein durch die Verhältnisse des tierischen Organismus bedingter Zustand, da der Tierkörper nicht fähig ist, einen Vorrat von Stickstoff anzulegen. Hätten diese Tiere nicht die Fähigkeit erworben, ohne ständige Zufuhr von stickstoffhaltiger Nahrung zu leben, so wäre die Überwinterung eine Unmöglichkeit."

Eine zweite erworbene Eigentümlichkeit der Winterschläfer ist die Fähigkeit, Abkühlungen des gesamten Körpers auf 4 bis 1½ Grad C ohne Schaden überleben zu können, während die übrigen Säugetiere schon bei 19 Grad C Blutwärme sterben, ausgenommen, wie es scheint, junge Tiere. Junge Hunde hat Horvath bis auf 5 Grad C abgekühlt, ohne daß der Tod eintrat. Im übrigen aber hat die Kälte ursächlich mit dem Winterschlaf so wenig zu tun, daß die südrussischen Ziesel sich schon im August, wenn die Temperatur noch bis 30 Grad beträgt, von den abgeernteten Feldern zum „Winterschlafe" in ihre Schlupflöcher zurückziehen, während anderseits Prof. Forel zwei Siebenschläfer im warmen Zimmer den Winter hindurch mit Nüssen mästete und munter erhielt, dann aber im Mai in Winterschlaf verfallen sah.

Welche Vorgänge sich während des Winterschlafes im Gehirn der schlafenden Tiere abspielen, hat L. Merzbacher in den vorhergehenden Jahren an einer großen Zahl von Fledermäusen studiert.*) Im tiefsten Schlafe erfolgt auf einen Reiz von außen nur eine vom Rückenmark ausgehende Reflexbewegung; das Gehirn ist vom Verkehr mit der Außenwelt völlig abgeschnitten. Diesem Stadium der Starre folgt das des „Anhaftreflexes", in dem das Mittel- und Großhirn noch ausgeschaltet erscheint und vom verlängerten Mark ausgehende Reflexbewegungen vorwalten, besonders das feste Haften an dem mit den Hinterzehen erfaßten Gegenstande. In einem dritten Stadium setzt allmählich die Großhirntätigkeit ein, um im vierten endlich die zu Beginn des Winterschlafs aufgegebene Herrschaft über den ganzen Organismus wieder anzutreten. „Ein erwachendes Tier", sagt Merzbacher, „zeigt zunächst in der Art, Reize durch Reflexbewegungen zu beantworten, den Bewegungsmechanismus, der einem dekapitierten (enthaupteten) Tiere zukommt; in einem weiteren Stadium jenen, der das Tier ohne Großhirn charakterisiert, und erst zuletzt läßt sich nachweisen, wie allmählich auch das Großhirn ordnend und hemmend die Sinne zu beherrschen beginnt." Wie tief herabgesetzt die Gehirnfunktion beim Winterschläfer ist, zeigt der Umstand, daß Reizung der Großhirnrinde durch elektrischen Strom keinerlei Bewegung auslöst, während sie beim wachen Tiere einen typischen epileptischen Anfall mit Krämpfen, Speichelfluß, veränderter Atemweise zur Folge haben würde. Daß der Nahrungsmangel, nicht der Frost, zum Winterschlafe treibt, zeigt das Beispiel des Maulwurfs, der seine tierische Beute im Winter so gut wie im Sommer findet und deshalb nicht schläft.

Riesen-Antilope.

*) Archiv für die ges. Physiologie (Pflüger) Bd. 96, 97 und 100.

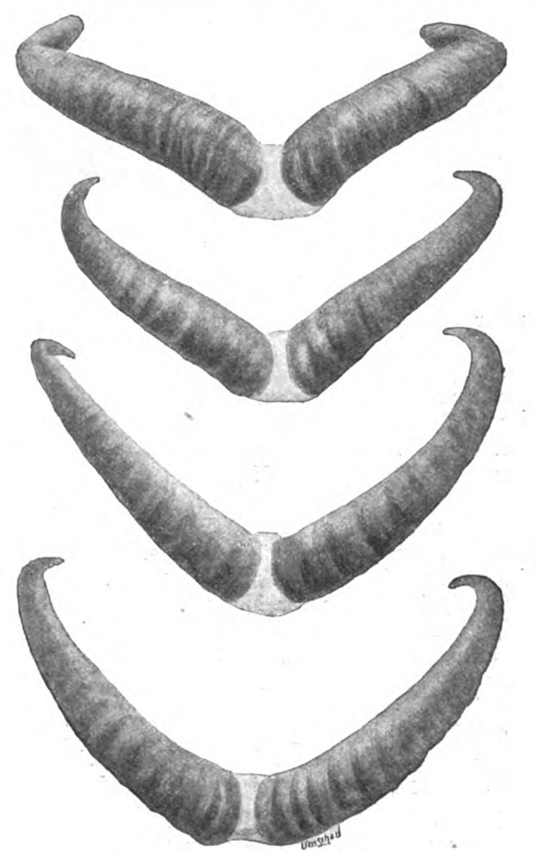
Trotz des großen Nutzens, den er dem Landbau durch Vernichtung der Regenwürmer und Engerlinge bringt, hat sich die Modetorheit auch seiner bemächtigt. Das Fell, das, wie W. Haacke in seinem prächtigen „Tierleben der Erde" noch vor wenigen Jahren schrieb, ein leichtes und sehr weiches, in Osteuropa und Asien nicht selten benütztes Pelzwerk gibt, hat nun auch in Westeuropa Liebhaber gefunden. In welchem Maße diese neueste Pelzmode zum Massenmorde des nützlichen Gräbers führt, zeigt die Meldung, daß ein einziger Pariser Pelzhändler auf eine Aufforderung in 1½ Monaten 1,800.000 Maulwurfsfelle erhalten hat. Hier kann die Belehrung nicht frühzeitig genug einsetzen, vor allem aber sollte jeder Landmann und Grundbesitzer den Maulwurfsjägern energisch das Handwerk legen und die nötige Verminderung des durch sein Graben ja manchmal lästig werdenden Tierchens in mäßiger Weise selbst in die Hand nehmen.

Zu den Tieren, deren Existenz angeblich bedroht ist, gehören bei uns der Elch und der Steinbock. Das Elchwild, dessen einzige Zufluchtsstätte in Mitteleuropa das Memeldelta zu sein scheint, während es in Skandinavien und Rußland noch nach Tausenden zählt, war in Ostpreußen schon wiederholt auf wenig über 100 Stück gesunken. Durch Auffrischung mit nordischem und russischem Blute hat eine Verjüngung des Bestandes stattgefunden, der gegenwärtig auf fast 600 Häupter angewachsen ist, so daß die gut besetzte Wildbahn regelmäßigen Abschuß erfordert und ein Aussterben vorläufig nicht zu befürchten ist.

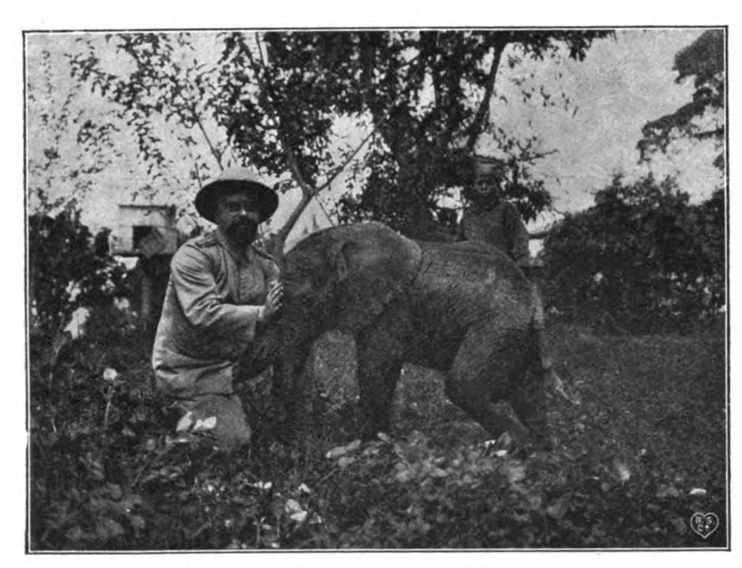
Auch der Alpensteinbock, der einst das ganze Alpengebiet bewohnte, wäre wohl schon aus der Reihe der Lebewesen gestrichen, wenn er nicht seit 1821 in den schwer zugänglichen Alpenketten zwischen Wallis und Piemont und in den Hochgebirgen Savoyens durch strengste Jagdgesetze und fürsorgliche Überwachung geschützt worden wäre. Dennoch ging immer wieder das Gerücht von der steten Abnahme der Tiere, bis kürzlich der Inspektor der Wiener Menagerie in Schönbrunn, der ein Geschenk des Königs von Italien, 12 junge Alpensteinböcke, für die Menagerie in Empfang nahm, aus dem Munde des Königs von Italien und des mit der Bewachung der Tiere betrauten Personals die erfreuliche Kunde hörte, daß mindestens 2000 Steinböcke, vorwiegend im Montblancgebiete, vorhanden sind. Im Jahre 1901 gingen infolge schlimmer Witterung 350 Tiere zu Grunde, ohne daß der Bestand dadurch gefährdet erschien. Auf die Dauer freilich werden die Folgen der ständigen Inzucht nicht zu bannen sein, man müßte denn zu einer Blutauffrischung durch Kreuzung mit den verwandten Arten der übrigen altweltlichen Steinböcke schreiten.

Solcher gibt es noch eine ganze Anzahl. In Spanien lebt der Pyrenäensteinbock, der im andalusischen Hochgebirge durch eine Lokalform (Capra hispanica) vertreten wird. In den Gebirgsländern am Ägäischen Meere, in ganz Kleinasien bis zum armenischen Hochlande und auf der Südseite des Kaukasus finden wir den Bezoar-Steinbock, der mit seinem zusammengedrückten Gehörn recht ziegenähnlich aussieht; außerdem leben im Kaukasus noch vier Steinbockarten, die nach Matschie vier verschiedenen Quellgebieten angehören und sich durch die Form ihres Gehörns unterscheiden. Der Sinai-Steinbock mit mehreren arabischen Abarten und der langbärtige sibirische Steinbock schließen die Reihe.

Einen Alarmruf über das Aussterben der Tierwelt der ostafrikanischen Massaihochländer stieß in der Junisitzung 1904 der Berliner Gesellschaft für Erdkunde der große afrikanische Nimrod C. G. Schillings aus. Auf Grund seiner eigenen Erfahrungen legte er dar, daß die gewaltige und reiche Fauna, welche die einförmigen Steppenlandschaften Afrikas, besonders Ostafrikas, belebt, in raschem Untergange begriffen sei. Man müsse durch Errichtung von Schutzstationen retten, was noch zu retten sei. Als gänzlich ausgerottet für die Massaihochländer nennt er das echte Gnu, den Buntebock, den Bläßbock, die kleine Pferdeantilope, das weiße Rhinozeros, das Bergzebra und das Quagga. In hohem Grade gefährdet erscheinen die Giraffe, kaum weniger der Elefant, der aus vielen Gegenden schon verschwunden ist, das wegen seiner Bösartigkeit verfolgte Nashorn, das Flußpferd, dem sein bestes Schutzmittel, die geschätzte dicke Haut, zum Verderben gereicht, die Antilopen und die übrigen Zebras. Was den Elefanten betrifft, so hat sich ein geradezu unglaubliches Morden entwickelt. Drei Millionen Kilogramm Elfenbein sind in den letzten zehn Jahren allein auf den Antwerpener Markt gekommen, die Zähne von 185.000 Elefanten, und wenn man dar-



Gehörn von vier Steinbockarten.



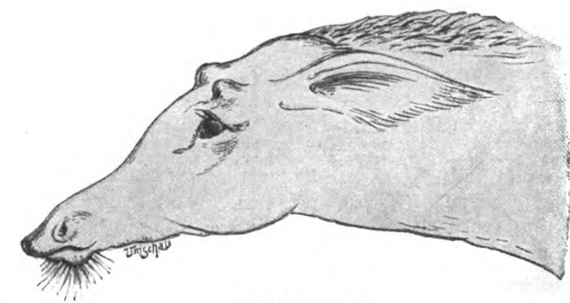
Oberleutnant Fonck mit seinem jungen zahmen Elefanten.

unter die vielen kleinen Zähne sieht, die von Elefantenkälbern stammen, so wird es klar, daß dieser Vernichtungskrieg mit baldiger Ausrottung des afrikanischen Elefanten enden muß. Die Hüttensteuer, die in Naturalien bezahlt werden kann und vielfach mit Elfenbein bezahlt wird, hat nicht unwesentlich dazu beigetragen, den Elefantenmord zu fördern.

Genauere Nachrichten über das Okapi gibt in einem Schreiben aus dem Semlikiwalde Dr. J. David, der erste Europäer, dem es gelungen, dieses seltene Wild zu erlegen.*) Nun erst ist es möglich, sich ein etwas zuverlässiges Bild von dem Aussehen und der Lebensweise dieser merkwürdigen, seit Jahrtausenden verschollenen Antilope zu machen. Das an den Lippen, den inneren Backentaschenseiten und dem Rachen mit sehr starken und derben warzenähnlichen Vorsprüngen ausgerüstete Tier ist vermöge dieser Papillen befähigt, grobe, direkt im Schlamme zusammengesuchte Nahrung aufzunehmen. Es hat das Gebaren eines Tapirs; es ist zwar Wiederkäuer, aber sein ganzer Habitus, sein Schnüffeln und Schlürfen im Morast, seine gedrungene Vorderpartie, seine Kopfhaltung erinnern an einen Tapir, nicht an eine Antilope. Daher sind die bis jetzt ausgestopften Exemplare in London und Brüssel, nach denen auch die vorhandenen Abbildungen gefertigt sind (s. Jahrb. I, S. 239), völlig unrichtig aufgestellt, während das im II. Jahrbuche gegebene, als Okapi gedeutete Bildnis des Gottes Seth (S. 231) der neuesten Skizze Davids sehr entspricht. Die Streifenzeichnung, weiß in schwarz und fast durchweg doppelt, auf dem Blatt und den ganzen Hinterläufen ist weit schöner als beim Zebra, der Rücken zeigt rötliche Farbe; die enormen, mit großen Zotten garnierten Ohren stehen ab wie beim Kudu, und die Mähne steht aufrecht. Die Schnauze kann mindestens so vorgestreckt werden wie beim Kamel. Es scheinen zwei Varietäten oder gar Spezies des Tieres vorhanden zu sein; die eine besitzt Hornzapfen, die andere keine, auch die Zahnbildung und die Grundfarbe sind verschieden. In der Gegend des Semliki-Ituri-Waldes scheinen die Tiere noch nicht selten zu sein.

Noch einen anderen zoologisch interessanten Fund hat Dr. David im Kongourwalde gemacht, ein Würmer und Ameisen fressendes Schuppentier von 1·22 Meter Länge, das seinen westafrikanischen Verwandten in den Pampas sehr ähnlich zu sein scheint. Das Tier ist von unheimlicher Kraft. Meistens stellt es sich auf seine massigen Hinterfüße, nimmt den Schwanz als Stütze zur Hilfe und tastet mit seinen gewaltigen Vorderklauen die Baumstämme nach Nahrung ab. Mit der wurmförmigen, langvorstreckbaren, klebrigen Zunge, an der die Beute haftet, ziehen die Schuppentiere die Ameisen, Termiten und Würmer in das zahnlose Maul. Unfähig, sich durch Beißen zu verteidigen, rollen sie sich bei Angriffen zu einem Balle zusammen und entfalten dabei eine solche Muskelkraft, daß man sie auf irgend eine gewöhnliche Weise nicht wieder ausstrecken kann. Die Oberseite des Körpers ist dann durch die dachziegelig angeordneten großen Hornschuppen völlig gedeckt. Zwei der vier afrikanischen Arten können auch Bäume besteigen. Außer in Afrika treten Schuppentiere (Manis) auch im indischen Tierkreise auf.

Mit den Riesensäugetieren des Meeres, den Walen, beschäftigt sich eine Arbeit G. Guldbergs über die Wanderungen der Bartenwale und verwandter Arten.*) Die Armut der Hochsee an Schwebewesen (Planktonorganismen) und Fischen treibt die Wale in die Nähe der beutereicheren Küstengewässer; dem Hin- und Herströmen der Beutetiere, ihrem periodischen, durch die Jahreszeiten geregelten Auftreten folgen die Wale auf ganz bestimmten Wegen. Außerdem suchen die Weibchen



Weibliches Okapi.

zur Wurfzeit ruhige seichte Meeresteile auf, und auch dies vollzieht sich in regelmäßigen Wanderungen.

So zieht sich der Grönlandwal, der ausschließlich das arktische Polarmeer bewohnt, im Sommer in die Gewässer des höchsten Nordens zurück, während er im Winter an den Küsten Grönlands

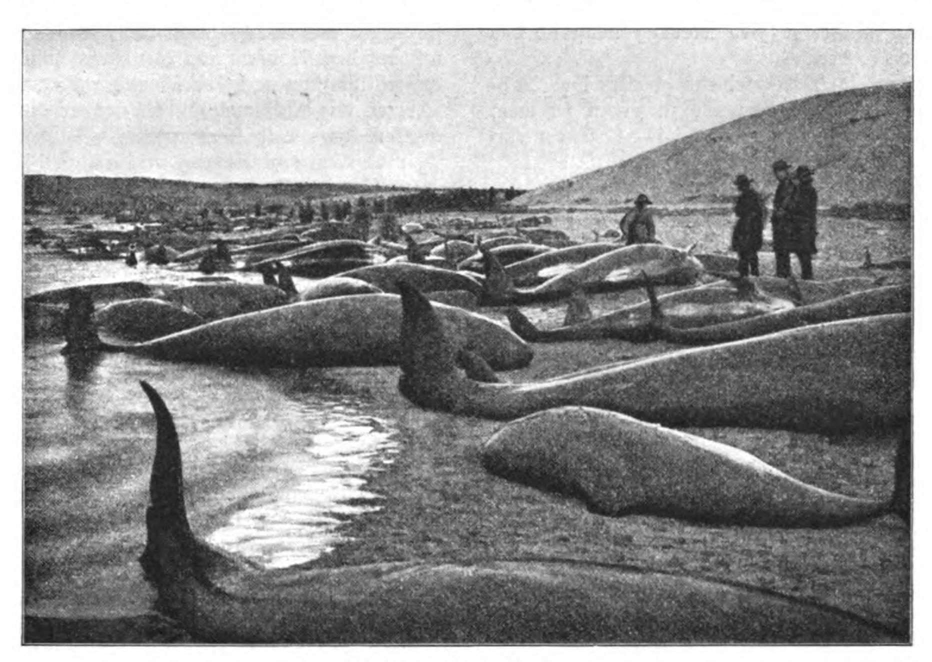
*) Globus, Bd. 86 (1904), Nr. 4.

*) Biolog. Zentralblatt, Bd. 23 (1903), u. Bd. 24 (1904).

niedrigere Breiten aufsucht und sich dabei stets am Südrande der Eisfelder aufhält, wo das Meer von seiner Nahrung, Flossenfüßern (Ruderschnecken oder Pteropoden) und niedrigen Krebsen, wimmelt. An der asiatischen Küste geht er von seinem Sommerquartier nördlich der Beringstraße noch weiter südlich (bis zum 53 Grad n. Br.). Obwohl der Walfang stark unter ihnen aufgeräumt hat, werden hin und wieder doch noch ganze Scharen solcher Wanderer beobachtet.

Der Nordkaper (Eubalaena glacialis) dehnt seine Wanderungen beträchtlich weiter nach Süden aus, bis zu den Azoren und Bermudas-Inseln, nördlich dagegen nur bis zur Bäreninsel. Ihm entspricht auf der südlichen Halbkugel der Kapwal (Balaena australis), den die wärmere Jahreszeit in das antarktische Eismeer, die kältere nach der südlichen gemäßigten Zone treibt. Ein echter Küstenbewohner des nordamerikanischen Kontinents ist der Grauwal. Von November bis Mai hält er sich an den Küsten Kaliforniens auf, wo die Weibchen in stillen Buchten ihre Jungen werfen, im Juni begeben sich dann Männchen, Weibchen und Junge in Scharen, immer ziemlich nahe der Küste schwimmend, auf die Nordreise, die in der Beringsee und im Ochotskischen Meere endet. Auch die Finnwale in ihren verschiedenen Arten sind große Wanderer; man hat Beispiele, daß ein einzelner Riesenfinnwal ein Schiff, selbst nachdem man mehrfach auf ihn geschossen hatte, über 24 Tage lang begleitete.

Diese Annäherung an die Küsten wird den plumpen Tieren nicht selten gefährlich. Abgesehen davon, daß vereinzelt hie und da einer von ihnen „strandet", verirren sich gelegentlich ganze Scharen in Küstenbuchten, die ihre Mündung der Richtung des Zuges entgegenwenden, und werden hier dann eine leichte Beute des Menschen. Ein solcher Fall ist jüngst wiederholt, außer mit Walen noch mit dem Blackfisch (Labrus americanus), in der breiten, nach Norden offenen Cape Cod-Bai in Massachusetts bei dem Nothafen Provincetown vorgekommen und stets natürlich in eine gewaltige Schlächterei ausgelaufen.



Blackfischfang bei Provincetown.

Bei einem Säugetier, das wie der Wal, so völlig zum Wasserbewohner geworden, dürfen wir wohl eigenartige Anpassungen an das nasse Element erwarten. In einer Arbeit über „Das Ohr des Zahnwales, zugleich ein Beitrag zur Theorie der Schalleitung", macht uns G. Boenninghaus*) mit einigen dieser Anpassungen bekannt. Er stellt bei diesen Walen (Odontocaeti), zu denen die Pottwale, die Delphine und die in Flüssen oder Flußmündungen lebenden Flußwale gehören, eine weitgehende Verkümmerung der Ohröffnung, der Ohrmuskeln und des Gehörganges fest. Die in den Rachen mündende Öffnung der Eustachischen Röhre, des Verbindungskanals zwischen dem Mittelohr und dem Munde, ist stark nach oben gerückt, was wir wohl als Mittel, das in den Rachen gelangende Wasser vom Ohre abzuhalten, auffassen können. Das Trommelfell ist ziemlich dick und unbeweglich, so daß die Gehörknöchelchen von ihm aus kaum eine Erschütterung erfahren werden und wahrscheinlich auch die Muskeln der Paukenhöhle wenig in Aktion treten. Die stark entwickelten Gehörknöchelchen sind fünfmal so groß wie beim Menschen. Boenninghaus ist der Ansicht, daß beim Hören der Wale der Schall (durch die Eustachische Röhre?) mittels der Gehörknöchelchen nach dem ovalen Fenster geleitet werde, und sieht als Hauptweg der Schallschwingungen die direkte Leitung von der Steig-

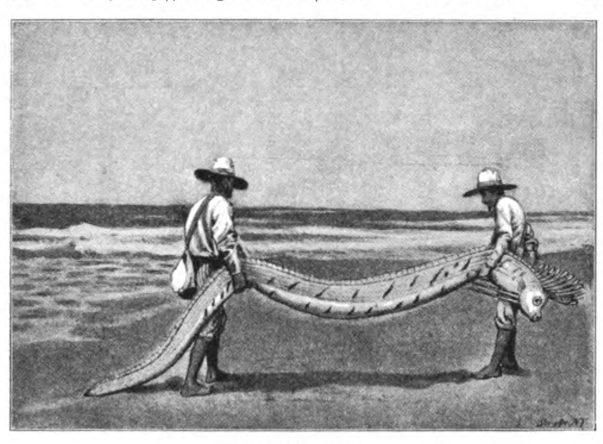
*) Zoolog. Jahrb., Abt. für Anat. u. Ontog., Bd. 19 (1904), S. 189.



bügelplatte in das Labyrinthwasser an. Obwohl überzeugende Beweise dafür, daß die Wale hören können, nicht vorliegen, glaubt er ihnen auf Grund des Baues ihrer Ohren diese Fähigkeit doch zuschreiben zu können. Das Verkümmern der Geruchsnerven bei den Walen würde durch die hohe Entwicklung des Gehörorganes gewissermaßen ausgeglichen werden.

Zum Schlusse geht der Verfasser auf die eigentümliche Blutversorgung des Walgehirnes ein, die ausschließlich vom Wirbelkanal aus durch die stark erweiterten Arteriae meningea spinales geschieht. Er sieht in dieser Art der Blutzufuhr gleichfalls eine Anpassung an das Wasserleben, da sie die Blutzirkulation im Gehirn dem Einfluß des Wasserdruckes entzieht und so jede Störung während des Tauchens verhindert.

Während die Wale meistens gesellig ihre Bahnen in der weiten Wasserwüste zu ziehen scheinen, lieben die stumpfsinnigen Seeschildkröten einsame Pfade, die sie nur selten einmal ans Ufer führen. Als ausgezeichnete Schwimmer, die ihre ganze Nahrung dem Meere verdanken, brauchen sie eigentlich auch nur der Eiablage wegen ans Land zu gehen. Einen dieser Riesen, eine 2 Meter lange und 500 Kilogramm schwere Lederschildkröte (Dermatochelys coriacea) hat man jüngst bei Blaye in der Garonnemündung, 90 Kilometer vom Meere, gefangen. Das Fleisch der bis 800 Kilogramm erreichenden Tiere soll schädlich sein.



Der Ribbonfisch.

Damit nun dem Ernst der Wissenschaft das Satyrspiel nicht fehle, hat die Pariser Akademie der Wissenschaften in einer ihrer Sitzungen des Jahres 1904 auf Grund eines Berichtes des Kommandanten Eost von der „Décidée“ die Seeschlange als Bewohnerin der Bai von Along (Hinterindien) feierlichst sanktioniert, wenn auch mit einigem Zagen; denn es sollte doch noch der mündliche Bericht der Schiffsoffiziere erwartet werden, bevor man eine wissenschaftliche Expedition zur feierlichen Einholung des gegen 35 Meter langen, schwarzen, gelbgefleckten Ungeheuers absende. Die Amerikaner dagegen nüchternere Leute als die leicht begeisterten Gallier, präsentieren uns in dem Ribbonfisch (Bandfisch, Cepola taenia) einen der „Väter“ der mythischen Seeschlange.

Über einen merkwürdigen Fall männlicher Brutpflege bei einer Lurchart, dem Riesensalamander, berichtet Dr. Kerbert aus Amsterdam.*) Das im Jahre 1829 zuerst durch v. Siebold nach Europa lebend gebrachte Tier (Megalobatrachus maximus Schlegel) lebt in einigen Gegenden Japans in Gebirgsbächen und Flüssen. Es ist sehr langlebig — das von Siebold eingeführte Tier starb erst 1881 im Zoologischen Garten zu Amsterdam, nachdem er weit über 1 Meter lang geworden war. Im Jahre 1893 gelangte derselbe Garten in den Besitz eines Männchens und eines Weibchens, die fast 10 Jahre lang in der trägen und stumpfsinnigen Weise dahinlebten, die diesen Geschöpfen eigen ist. In der Regel lagen sie tage- und wochenlang bewegungslos, fast wie tot, auf dem Boden ihres Behälters, schnappten nur äußerst langsam nach den ihnen dargebotenen Fischen, scheuten das Licht und suchten immer die dunkelsten Stellen ihres Behälters auf.

Erst zu Anfang des August 1902 änderte sich ihr Verhalten. Sie begannen sich einander zu nähern und gegenseitig zu berühren, manchmal wurden zitternde und wellenförmige Bewegungen des ganzen Körpers wahrgenommen, und es war unzweifelhaft, daß die Liebe sich auch dieser überaus trägen und stumpfen Geschöpfe bemächtigt hatte. Das Liebesspiel dauerte nur einige Tage, ohne daß eine eigentliche Begattung beobachtet wurde. Am 18. September 1902 nachts legte das 0·85 Meter lange Weibchen zum erstenmal Eier ab, und zwar nicht einzeln, sondern zu einer „rosenkranzähnlichen“ Schnur verbunden, die von ihm in vielfachen Windungen um einen im Hintergrunde des Aquariums gelegenen Felsen geschlungen wurden. Leider waren diese Eier unbefruchtet, entwickelten sich also nicht. Im September 1903 wühlte das größere, schon 1 Meter lange Tier auf dem Boden des Behälters im Sande eine deutliche Grube und am 19. des Monats legte das Weibchen abermals Eier, worauf es sich ganz ruhig hinter seinem Felsen niederlegte. Durch die heftigen Bewegungen der beiden Tiere während der Eiablage waren die Eier allmählich in die sandige Grube geraten, und hier wehrte das heftig erregte Männchen die kleinen Fische, die Mitbewohner des Aquariums, mit geöffnetem Maule von den Eiern ab. Es verließ seitdem die Eiermasse nicht mehr, bewachte sogar die ausgeschlüpfte Brut noch fortwährend und duldete nicht einmal, daß das Weibchen den Eiern zu nahe kam. Als dies einmal geschah, stürzte es mit sichtlicher Wut auf die Mutter los und vertrieb sie. Entweder legt er sich einfach neben die Eier hin, oder er kriecht, wie dies in unserem Falle geschah, zwischen den verschiedenen Schnüren der Eiermasse hindurch, so daß sie ihn teilweise umhüllen. In beiden Fällen aber hält er, hauptsächlich durch eine pendelartige Bewegung des ganzen Körpers, von Zeit zu Zeit die ganze Masse in Bewegung und bewirkt so die für den Atmungsprozeß der Eier und Jungen höchst wichtige Wasserströmung.

*) Zool. Anzeiger, Bd. 27 (1904), Nr. 10.



Die antarktische Tierwelt.

Dem Berichte des vorigen Jahrbuches über die arktische Tierwelt möge hier einiges über die bei weitem nicht so reiche Südpolarfauna folgen.

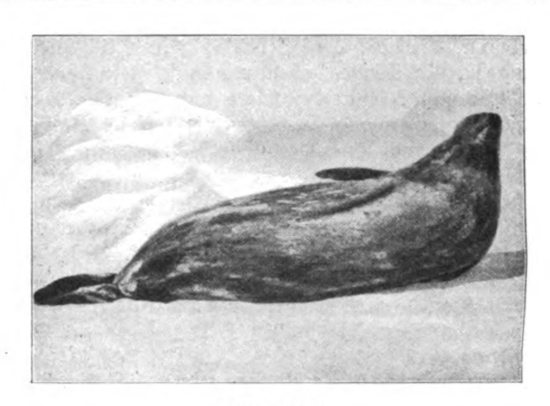
Ein anziehendes Bild von der bisher nur wenig bekannten Tierwelt des Südpolargebietes gibt Prof. Dr. E. Vanhöffen in Kiel,*) der Zoologe der deutschen Südpolarexpedition. Da die Gaußstation die für alles Leben ungünstigsten und daher charakteristischesten Verhältnisse bot, so wies sie bei weitem nicht so viele Lebewesen auf, wie etwa eine Liste, welche die Faunen sämtlicher um den Südpol gelegenen polnahen Gebiete zusammenfaßte.

Die Gaußstation lag über dem Sockel des antarktischen Festlandes auf einem Meere von 385 Metern Tiefe, das durchweg, dem Salzgehalt von 3·3% entsprechend, 1·9 Grad Kälte zeigte. 90 Kilometer südlich von ihr erhob sich die Steilküste des Inlandeises, nur vom Gaußberg unterbrochen, aus flachem Meere von der gleichen Temperatur. Ebenso weit nördlich von der Station fiel schon der Festlandssockel bis nahezu 3000 Meter ab; dort liegt also die Grenze der Antarktis. Die Fauna dieser Tiefsee kommt also für die antarktische Tierwelt nicht in Betracht.

Von Säugetieren fanden sich nur Robben und Wale bei der Station ein. Letztere, der Art nach nicht sicher zu bestimmen, gehörten zu den Barten- und Zahnwalen; doch war die einzige wegen Fischbein und Speck geschätzte Gattung Balaena nicht darunter, so daß keine Hoffnung auf lohnenden Walfischfang in jener unwirtlichen Gegend vorhanden ist. Erstaunlich war es zu sehen, wie sich die Tiere in mächtigen Sprüngen mit dem ganzen Körper über das Wasser erhoben. Ebensowenig wie auf Walfang ist in dem von der deutschen Expedition besuchten Gebiet auf lohnenden Ertrag für Robbenschläger zu rechnen. Während sich auf der eisfreien Küste der Heard-Inseln einige hundert See-Elefanten (s. Abb. Jahrb. II, S. 244) in Gruppen bis zu 15 dicht aneinander geschmiegt ruhend fanden, zeigten sich die Robben im Eise wenig gesellig und stets zerstreut, selbst zu Anfang des Sommers, als sie nach der Geburt ihrer Jungen in größerer Anzahl auf dem Eise erschienen.

Im Packeise schon fehlt der See-Elefant, der seinen Namen davon erhalten hat, daß bei den 5 bis 6 Meter Länge erreichenden Männchen in der Erregung die Nase rüsselartig hervortritt. See-Leoparden, so genannt wegen ihres gefleckten Felles, wurden im losen Packeis in wenigen Exemplaren stets einzeln auf Schollen liegend angetroffen. Ihre Heimat ist eben der äußere Gürtel der Packeisschollen nebst jenen Inseln, die derselbe erreicht, z. B. Süd-Georgien. An Größe steht der See-Leopard dem See-Elefanten kaum nach, ist jedoch schlanker, nicht so massig und daher behender. Sein gewaltiges Gebiß läßt vermuten, daß er ein echtes Raubtier ist, welches Robben und Pinguine anfällt.

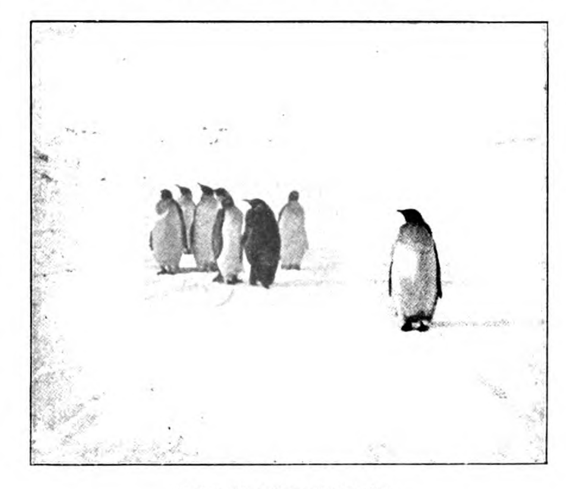
Als echte Bewohner der Antarktis können erst zwei kleinere Seehunde, der Krabbenfresser (Lobodon) und die Roßrobbe (Ommatophoca) anerkannt



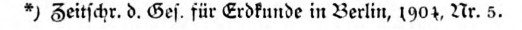
Weddell-Robbe.

werden, da sie tiefer ins Packeis eindringen. Der typische antarktische Seehund ist jedoch der falsche See-Leopard, die Weddell-Robbe (Leptonychotes Weddelli), von dem James Weddell die erste Kunde brachte.

Sie ist im flachen Wasser im Gebiete des Festlandsockels bis zur Küste des Inlandeises überall zu finden, wo Löcher und Spalten das Auftauchen erlauben. Männchen und Weibchen waren von gleicher Größe, gegen 3 Meter lang, bei 2 Meter Leibesumfang. Der Kopf erscheint im Vergleich zu dem mächtigen Körper klein. „Interessant war das Benehmen der Tiere, die den Menschen nicht kannten. Erstaunt sahen sie bei der Annäherung desselben auf, um sich sogleich beruhigt wieder auf die Seite zu legen. Als Zeichen der Verlegenheit wurde es gedeutet, daß sie dabei possierlich Kopf und Rücken kratzten, ohne daß irgend welche Hautparasiten dazu Veranlassung gaben. Selbst eine Mutter mit neugeborenem Jungen versuchte nie, den Menschen anzugreifen; harmlos drohend klapperte sie zuweilen mit den Kiefern und suchte sich so zu legen, daß sie zunächst dem Angreifer lag. Wurde das Junge fortgeschleppt, so kroch die Mutter wie eine Raupe demselben nach, den Kopf dem Eise angedrückt, die Schultern erhoben, und antwortete mit ähnlichen Tönen dem blöckenden Jungen. Anfang Oktober wird auf dem Eise das einzige Junge



Kaiser-Pinguine auf dem Eise.

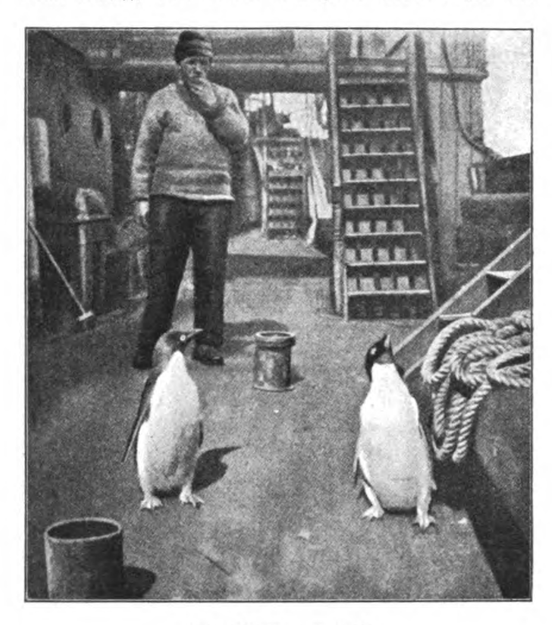


*) Zeitschr. d. Ges. für Erdkunde in Berlin, 1904, Nr. 5.

geboren, das bei der Geburt bereits 1·30 Meter lang ist. Zwillinge haben wir nicht gefunden."

So schwerfällig die Tiere auf dem Lande erschienen, so gewandt bewegten sie sich im Wasser, in dem sie auch unter dem Eise dahinschießen. Ihre Nahrung besteht aus Fischen und Tintenfischen; von ersteren wurden oft mehrere hundert Stück von 15 Zentimeter Länge, von letzteren meist Schnäbel und Augen, die am wenigsten verdaulichen Reste, im Seehundmagen gefunden. Fleisch und Leber der Robben wurde gern gegessen, der Speck lieferte Tran für Beleuchtung, die jungen Felle wurden zur Bekleidung verwertet.

Weit häufiger als Robben zeigten sich Pinguine beim Schiff, von denen nur zwei Arten echte Antarktiker sind, der nach seiner imponierenden Gestalt benannte Kaiser-Pinguin und der von Dumont d'Urville im Adelie-Land entdeckte Adelie-Pinguin. Der bis 35 Kilogramm schwere Kaiser-Pinguin (Aptenodytes Forsteri), blaugrau an Rücken und Flügeln, sonst schön schwarz und weiß gezeichnet, mit orangegelbem Fleck an den Halsseiten, erschien in Scharen bis zu 200 Stück, darunter Junge im Dunenkleid und unausgefärbte ältere. „Gravitätisch marschieren sie auf dem Eise, hochaufgerichtet bleiben sie stehen und krähen, wenn sie etwas Auffallendes, Menschen, Hunde oder andere Pinguine bemerken. Neugierig kamen sie in solchen Fällen heran und fielen meist ihrer Neugier zum Opfer. Auf glatten Schneeflächen kriechen sie auf allen Vieren, mit den Flügeln sich stützend, mit den Füßen nachschiebend, so schnell dahin, daß ein Mensch ihnen kaum folgen kann. Ihre Nahrung finden sie unter dem Eise, wo sie kleinere Fische und Tintenfische verfolgen. Die Füße still haltend, nur mit den Flügeln schlagend, fliegen sie im Wasser wie andere Vögel in der Luft. Regelmäßig im Magen vorhandene kleine Steine deuten an, daß sie im flachen Wasser bis zum Grund tauchen. Gesättigt kehren die Pinguine zu offenen Stellen zurück, zu denen ein Lichtschein sie leitet. Ohne die Fahrt zu mäßigen, fliegen sie dann aus dem Wasser bis zu Mannshöhe heraus und fallen mit der durch Speck und Federkleid gepolsterten Brust auf das Eis herab."



Adelie-Pinguine an Bord.

Weit seltener zeigten sich die Adelie-Pinguine; doch erschien ihnen wie den Kaiser-Pinguinen die Gegend zum Brüten zu unwirtlich; auch den Gaußberg mieden beide Arten. Nur halb so groß wie die Kaiser-Pinguine, waren die einfach weiß und schwarz gefärbten Adelie-Pinguine (Pygoscelis Adeliae) doch viel lebhafter und gewandter als diese. Beim Herausschnellen aus dem Wasser fielen sie nicht auf die Brust herab, sondern kamen immer auf die Füße zu stehen. Stets kampfbereit, gackernd, mit Flügeln und Schnabel um sich schlagend, drangen sie oft auf die Hunde ein, wobei sie jedoch regelmäßig den kürzeren zogen, wenn auch die Hunde im ersten Augenblick erschreckt zurückwichen. Dies Benehmen deutet auf Feinde hin, die wohl in Raubmöven (Lestris Maccormicki) und Riesensturmvögeln (Ossifraga) zu suchen sind. Diese fallen besonders kranke und junge Pinguine an und verzehren die Toten. Nicht selten sah man besonders die Riesensturmvögel in Gruppen um einen tödlich verwundeten Pinguin sitzen und dessen Ende erwarten.

Gelegentlich erschien neben diesen Möven der braune antarktische Sturmvogel (Thalassoeca) in Scharen, aber Brutplätze wurden von keinem dieser Tiere gefunden. Dagegen brüteten in den Lavahöhlen des Gaußberges zwei andere Sturmvögel, die reinweiße Pagodroma und die kleine schwarze Sturmschwalbe (Oceanites). Beide ernähren sich von kleinen leuchtenden Krebschen, die sie bei ihren nächtlichen Ausflügen im Schneebrei an Spalten finden. Pagodroma huschte oftmals wie ein leichter Schatten vorbei, nur durch die Schwärze ihrer Augen, ihres Schnabels und der Füße bei sonst atlasglänzendem Gefieder sichtbar. Sie war so wenig scheu, daß sie, von einem Besucher aus ihrer Höhle herausgeworfen, am Tage wieder dahin zurückkehrte.

Der Fischfang, unter dem 5 Meter dicken Eise recht schwierig, förderte acht, etwa fünf verschiedenen Gattungen angehörige Fische zu Tage. Die an der Oberfläche sich haltenden Arten suchten mit Vorliebe enge Spalten und Löcher im Eise auf, wahrscheinlich um den Nachstellungen der Robben zu entgehen, was ihnen, nach vielfachen ausgeheilten Verletzungen der Schwanzflosse zu schließen, oft nur mit Mühe gelingt.

Überaus reich ist die niedere Tierwelt, sowohl die den Meeresgrund besiedelnden Korallen, Moostierchen, Polypen, Kalk- und Kieselschwämme, Schlangen- und Haarsterne, Seesterne, Seegurken und Seeigel, Nacktschnecken und Krebse, als auch besonders die in gewaltigen Scharen auftretenden großen und kleinen Flohkrebse (Amphipoden), die hier wie im hohen Norden die Küsten beherrschen. Ihnen ist es ein leichtes, in kurzer Zeit selbst die großen Körper der Robben zu vertilgen. Die Expedition machte sie sich nutzbar, indem sie ihnen Robben und Pinguine zum Skelettieren anvertraute. In



24 Stunden blieben von einem großen abgehäuteten Pinguin nur die fein präparierten Knochen und Sehnenbänder übrig. Das mitgebrachte reichliche Material an niederen Tieren verspricht wichtige Aufschlüsse über manche ungelöste Frage der Tiersystematik und Tiergeographie.

Sehr drollig ist die Schilderung, welche Carsten Borchgrevink*) von den Pinguinen entwirft. Er beobachtete sie während der Expedition der „Southern Croß" (1898—1900) am Kap Adare auf Adelieland, unweit der beiden von Roß entdeckten antarktischen Vulkanriesen Erebus und Terror. „In ihrem Gang", schreibt er, „glichen sie den alten Matrosen, die, weil sie sich immer auf Deck bewegen, wie der Ozean rollen. Die Vögel treten mit dem ganzen Fuß auf, der dick und fleischig ist und ihnen das Aussehen gibt, als gingen sie in Galoschen."

„Ständig wuchs die Menge der Pinguine, die täglich am Kap Adare ankamen. Wir gingen hinaus und studierten ihre Reihen in höflichem Abstande. Sobald aber ein Pinguin aus der Reihe uns entdeckte, verließ er den Weg und arbeitete sich, von seinen Kameraden gefolgt, vorsichtig in dem losen Schnee zu uns durch, indem er bei jedem Schritt seine Galoschen so hoch hob, daß wir sie über dem Schnee sehen konnten."

„Als der erste an uns herangekommen war, machte er Halt und wandte sich nach seinen Kameraden um. Da entstand dann sofort eine laute wissenschaftliche Auseinandersetzung. Sie hackten mit ihren Schnäbeln auf uns los, zogen an unseren Kleidern, untersuchten uns genau, und nachdem der erste Pinguin seine zoologische Ansicht über uns geäußert hatte, schritt er, von den anderen gefolgt, in einigem Abstand um uns herum, bis die Neugier aller scheinbar befriedigt war. In der stolzen Überzeugung, eine neue Art von Pinguinen entdeckt zu haben, setzten sie ihren Weg zu ihren alten Brutplätzen fort."

„Die Pinguine", heißt es des weiteren, „sind Monogamisten und halten ihren Ehekontrakt sehr hoch; deshalb herrscht auch in der Hauptstadt des Polarlandes große Moralität. Doch nur auf dem erotischen Gebiet." Denn sonst benützte man jede Gelegenheit, sich gegenseitig die Steine zum Nestbau zu entwenden und mit der unschuldigsten Miene ins eigene Revier zu tragen. Auch die Eitelkeit gehört zu ihren größten Schwächen: nur kein Schmutzfleck auf der weißen Weste!

Unsere gefiederten Freunde auf der Wanderung.

Einer nach dem andern gehen sie dahin, die großen Vogelkundigen des verflossenen Jahrhunderts, und freudig müssen wir es deshalb begrüßen, wenn sie noch rechtzeitig die Summe ihrer reichen Erfahrung ziehen, wie es jüngst die beiden weitbekannten Veteranen, die Brüder Adolf und Karl Müller, hinsichtlich des Vogelzuges getan haben. Was sie über das Wesen dieser merkwürdigen Erscheinung, der sie während des größten Teiles ihres Lebens „gespannteste Aufmerksamkeit und Ergründung" zugewandt haben, zu sagen wissen, dient teils zur Ergänzung und Bestätigung, teils zur Korrektur dessen, was der erste Jahrgang (S. 204) über die Wanderungen der Vögel gebracht hat.

Manche Ornithologen haben den Nahrungsmangel als einzige Ursache des Zugphänomens betrachtet und dabei den Unterschied zwischen Streichen, Wandern und Ziehen außer Betracht gelassen. Die Brüder Müller geben das Nahrungsbedürfnis als Grund für die Bewegungen der Strichvögel, die zigeuner- oder nomadenhaft von Flur zu Flur, von Gebirge zu Tal, unbeständig und auf kurze Strecken hin und her ziehen, zu. Ebenso wird auch das Wandern durch Mangel in der Ernährung, an Lebensbedürfnissen erzeugt; es kann nach jeder Richtung hin sich vollziehen, geht über viel weitere Räume als das Streichen und läßt die Wandernden da Halt machen, wo sie hinlänglichen Unterhalt finden. Als Beispiel sei an die Wanderungen des Steppenhuhns (Syrrhaptes paradoxus) in den Jahren 1863 bis 1865 und später erinnert.

Anders verhält sich die Sache mit dem Zuge, zu dem die Vogelschar unserer gemäßigten und der kalten Zone das Hauptkontingent stellt. Im Süden, wo der die Wärme liebende und suchende Vogel stets zusagende Lebensbedingungen findet, bedarf er einer Ortsveränderung nicht und bleibt auch regelmäßig in seinem Heim. Aber den nördlicher wohnenden Scharen, die schon im Nachsommer und noch viel mehr im Herbst das vermissen, was ihnen zum Fortbestehen nottut — intensiveres Licht, Wärme —, ihnen ist das Reisen Bedürfnis. Und das Bemerkenswerteste dabei: zu dieser Reise sind die Zugvögel auch alle körperlich wohl vorbereitet. Keiner ist mager, alle sind kräftig, die meisten sogar wohlgenährt von dem reichlichen Segen des Nachsommers und Herbstes, da ihnen noch der Tisch vollgedeckt ist. Das ist vor allem ein sprechendes Zeichen, daß nicht Mangel an Nahrung, also auch nicht das Suchen danach Ursache des Reisens sein kann. Stärkeres Bedürfnis nach Licht und vor allem nach Wärme sind der treibende Grund des eigentlichen Vogelzuges. Da nun aber die Abnahme der Wärme und die damit verbundenen Luftströmungen im Herbst einen zwar stetigen, aber säumigen Verlauf nehmen, die Sonne noch ihre Gewalt hat, so daß die Schauer einer kälteren Luftschicht noch nicht schroff eindringen oder überhandnehmen können, so vollzieht sich der Fortzug im Herbst so langsam, zögernd, ja regellos. Die Vögel können sich von der überall noch wirtlichen, heimischen Natur kaum trennen.

Sind es für den Wegzug die schon im August leise einsetzenden kälteren Polarströmungen, also für unsere Gegenden die vorherrschenden Nordwest-, Nord- und Nordostwinde, welche den Anstoß geben, so vollzieht sich umgekehrt zu Beginn des Frühlings ein Vordrängen und Herrschen der südlichen Strömungen unter allmählichem Nachlassen des Polarwindes, wodurch der Her- oder Rückzug wachgerufen wird.

Diese an ganz bestimmte Zeit, ja nicht selten an Tage gebundene Wiederkehr des Zugtriebes, welcher als unwiderstehlicher Drang auftritt, ist nur als vererbte Gewohnheit zu erklären, als ein in

*) Das Festland am Südpol. Breslau 1904 (Schottländer).



die Natur des Vogels tief eingedrungenes, durch Vererbung von Geschlecht zu Geschlechtern wachsendes und fixiertes Movens, welches seine Macht übt, sobald das leicht erregbare Nervensystem des Vogels von den Naturereignissen beim Wechsel der Jahreszeiten berührt wird. Wie diese Naturveränderungen im Laufe der Zeiten sich aus den ursprünglich verworrenen Verhältnissen früherer Erdperioden, zuletzt der Eiszeit, nach und nach zu dem jetzigen regelmäßigen Jahreszeitenwechsel entwickelten, ebenso hat sich der anfänglich gewiß mangelhafte, unregelmäßige, zerstreute und gewiß höchst unsichere Zug der Vögel zu den alljährlich eintretenden regelmäßigen Reisen der gefiederten Welt herausgebildet.

In den Windströmungen zur Herbst- und Frühlingszeit haben wir also den großen Führer unserer Vögel auf ihrer Pilgerschaft. Wohl ergänzt und regelt der Vogel diese Anleitung erheblich durch seinen außerordentlichen Ortssinn, vermöge dessen er das Tal, die Flur, den Hain oder das Gebüsch und das Haus nach den Hunderten und Tausenden von Stunden Weges wiederfindet. Aber der Wecker und Führer der Vögel ist die Windströmung in der Richtung des Zuges, weshalb sich auch die Brüder Müller entschieden gegen die „laienhafte" Annahme wenden, daß das Ziehen gegen den Wind stattfinde. Dem Winde folgend, unternehmen einige Vogelarten, z. B. die weiße Bachstelze und der große Steinschmätzer, selbst die erstaunliche Reise über den Atlantischen Ozean nach Europa und zurück zu den bekannten Zugzeiten im Frühling und Herbst. Neben der Schnelligkeit des Fluges, die es nach Gätke manchen Vögeln erlaubt, in 12 bis 16 Stunden von Grönland bis Island oder Helgoland zu fliegen, kommt hiefür noch der Umstand in Betracht, daß selbst kleine Vögel, wie Drosseln und Schneeammern, auf ruhiger See einfallen, sich schwimmend erhalten und wieder erheben können.

Die unfaßliche Schnelligkeit, mit der viele Zugvögel sich bewegen, erscheint gerade in der dünnen Luft der hohen Regionen möglich, die nach den Brüdern Müller entgegen der Annahme K. Flörickes von den Vögeln beim Ziehen doch vielfach aufgesucht werden. Gleich dem Astronomen Tennant hat Gätke Vögel in einer Höhe streichen sehen, welche eine deutsche Meile über dem Meeresspiegel sich befand. Es muß angenommen werden, daß der in so rasender Schnelligkeit segelnde Vogel das nötige Quantum Sauerstoff aus der verdünnten Luft in den höheren Regionen eben durch die ungeheure Geschwindigkeit zugeführt erhält. Es verdichtet sich auf diese Weise die Luft in den Lungen der Vögel. Das beweisen schlagend die Wahrnehmungen von Luftschiffern in 7—8000 Meter Höhe in Luftballons, wo mitgenommene Tauben in Erschlaffung gerieten; ließ man sie aber in solchen Höhen vor gänzlicher Erschlaffung fliegen, so eilten sie nach kurzer, taumelnder Bewegung mit rasender Schnelligkeit davon. Unsere beiden Ornithologen bringen einen Beweis dafür, daß mitteleuropäische Vögel wirklich, wie Gätke annimmt, die Strecke von Afrika her in einem Tage zurücklegen können: im Magen eines Kuckucks wurden noch unverdaute Knospenreste von einem Strauche gefunden, der nur in Afrika vorkommt; im Hinblick auf das ungewöhnlich rasche Verdauungsvermögen des Kuckucks liegt es auf der Hand, daß der Vogel von Afrika nach Deutschland in unglaublich kurzer Zeit gezogen sein muß.*)

Die obigen Angaben über die Höhe des Vogelfluges begegnen neuerdings starken Zweifeln. Auf dem fünften internationalen Zoologenkongreß 1901 teilte v. Lucanus mit, daß die Luftschiffer auf ihren Fahrten Vögel selten in Höhen von mehr als 400 Metern über dem Boden angetroffen haben. Die weitere Mitteilung, daß Brieftauben, die in 1600 Meter Höhe ausgesetzt wurden, gar nicht zu fliegen vermochten, sondern einfach herabfielen, machte es dann überhaupt unwahrscheinlich, daß die Vögel in solchen Höhen fliegen können.

Gegen diese Beweisgründe wendet sich auf Grund der Arbeiten Max Baers über die Atmungsorgane der Vögel Dr. Rabes-Zerbst. Der Bau der Lungen und Luftsäcke sowie ein eigenartiger Mechanismus beim Atmungsprozeß im Fluge befähigen den Vogel, trotz der gewaltigen Muskelarbeit beim Fliegen und des dadurch ungemein gesteigerten Sauerstoffbedürfnisses in so luftdünnen Regionen mit Leichtigkeit und auch genügend atmen zu können. Die Stellung der Nasenlöcher sowie die Schnelligkeit des Fluges ermöglichen es, daß die Luft ganz ohne Zutun des Vogels in die Luftröhre eintritt und teils die Lunge durchstreicht, teils die Luftsäcke in den Leibeshöhlen und Knochen füllt. Letztere dienen nicht etwa als Luftreservoire, sondern besorgen den Wechsel der Atemluft, da bei der Flügelbewegung die den Flügeln zunächst liegenden Luftsäcke abwechselnd erweitert und verengt werden und so eine Luftzirkulation in den miteinander in Verbindung stehenden Luftsäcken entsteht, während den Lungen nur der chemische Teil des Atmungsvorganges, der Gasaustausch, obliegt.

Was nun die oben angeführten Beobachtungen auf Ballonfahrten betrifft, so widerlegen sie nach Dr. Rabes' Meinung den Hochflug durchaus noch nicht. Erstlich ist es gar nicht erstaunlich, daß so wenig Vögel in Höhen von über 400 Metern angetroffen werden; sie sind doch auf den Erdboden als auf ihr Nahrungsgebiet angewiesen und haben deshalb, mit Ausnahme der Raubvögel, nur in besonderen Fällen Veranlassung, sich in größere Höhen aufzuschwingen. Solch ein Ausnahmefall ist ja aber der Herbst- und Frühlings-Wanderzug. Und auch in den wenigen Tagen des Wanderzuges wird es sich selten treffen, daß Luftschiffer gerade in den Höhen kreuzen, die die einzelnen, überdies oft in der Nacht ziehenden Vögel bevorzugen, bezw. durch gerade wehende Winde gezwungen sind, einzunehmen. Das Herunterfallen der Brieftauben aus 1600 Meter Höhe widerlegt die Fähigkeit des Hochfluges auch nicht; denn gewöhnlich wird doch der Vogel allmählich aus niedrigeren, dichteren Luftschichten in dünnere emporsteigen. Dort kann er dann einerseits wegen des verminderten Luftdruckes schneller fliegen, anderseits muß er sogar schneller fliegen, um seinem gewaltigen Atmungsbedürfnis, gemäß dem Mechanismus der Atmung im Fluge, genügen zu

*) Ornitholog. Monatsschrift, Jahrg. 28 (1903), Nr. 4.



können. Der passiv im Korbe hinaufgeführte Vogel dagegen befindet sich in Ruhe, atmet wie jedes Säugetier, d. h. selbsttätig, ist noch wenig an so dünne Luft gewöhnt, seine Luftsäcke sind wahrscheinlich nicht so prall gefüllt, wie es beim schnellen Fluge geschieht, kurz, er befindet sich in einer ganz anderen Lage, als wenn er diese Höhen erflogen hätte, und es erscheint nicht sonderbar, daß er, plötzlich ausgesetzt, zunächst ein ganz beträchtliches Stück fällt. — Zum Schluß fordert Dr. Rabes erneute Beobachtungen.*)

Herr J. Thienemann, der Leiter der Vogelwarte Rossitten auf der Kurischen Nehrung, berichtet über die Fortsetzung seiner Versuche mit eingefangenen, durch einen bezifferten Fußring gezeichneten und darauf wieder freigelassenen Krähen (Corvus cornix). Es geht daraus hervor, daß manche Krähen wohl überwintern, andere aber im Herbst südwärts ziehen und im Frühling ungefähr auf derselben Straße wieder nach Norden zurückkehren. Der Rückzug wird von der Kurischen Nehrung auch nach Norden zu noch fortgesetzt, und zwar immer an der Küste entlang, denn eins der Tiere wurde in Peterhof, 20 Kilometer südwestlich von St. Petersburg, ein anderes 8 Kilometer von der Küste Südfinnlands geschossen.

Eine bemerkenswerte Zugerscheinung zeigte sich vom 17. bis 23. April 1904. Während schon am 17. April 1902 ein großartiger Raubvogelzug beobachtet worden war, war diesmal der 20. der interessanteste Tag. Der schon früh 6½ Uhr im Gange befindliche Zug bestand namentlich aus Sperbern und Buchfinken, die sich vor ihren geschworenen Erbfeinden durchaus nicht zu fürchten schienen. Alles zog friedlich nebeneinander her, obwohl sicher anzunehmen ist, daß die Sperber gerade in Gesellschaft mit Kleinvögeln ziehen, um unterwegs immer bequem Nahrung erlangen zu können.

Die Sperber hielten sich an der Ostseite der als Bruchberge bezeichneten freigelegten Dünen ziemlich niedrig, sie zogen fast genau gegen den ziemlich steifen Nordost, der ihnen etwas rechts von vorn kam. Übrigens ging es sehr gemütlich vorwärts, durchaus nicht in rasender Eile. In dem Zuge waren alle Altersstufen vertreten, die Männchen allerdings stark in der Überzahl. Der Zug, der etwa eine Woche dauerte, hing nur sehr lose zusammen. Um einen auf der Spitze des Berges weithin sichtbar aufgestellten Uhu kümmerten sich weder die Sperber noch die sonstigen regelrecht durchziehenden Raubvögel. „Man darf", sagt J. Thienemann, „die Regel aufstellen, daß sich ziehende Vögel, wenn sie durch irgend einen Umstand, namentlich durch bevorstehenden Wetterumschlag (der an dem genannten Tage noch eintrat) zur Eile angetrieben werden, um nichts kümmern, was auf der Erde vorgeht und was sonst ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt." Haben die Vögel „schlechtes Wetter im Kopfe", so packen die Krähenfänger auf der Nehrung bald ihre Netze zusammen, es ist dann kein Fang zu erwarten.

Großartig war die Menge der am 20. April untermischt mit einigen Bergfinken ziehenden Buchfinken, für die sieben Stunden des Vormittags etwa 14.000. Sie flogen in 5 bis 8 Meter Höhe über dem Erdboden dahin, größtenteils im Windschutze auf der Westseite des Berges, viele aber auch auf dem Dünenkamm, direkt dem Gegenwinde ausgesetzt. „Es ist übrigens, um den mancherlei Vogelzugrätseln noch ein neues hinzuzufügen, oft gerade wunderbar, zu betrachten, mit welchem Eigensinn eine Vogelzugkette an einer einmal gewählten Linie festhält. Immer dieselben Büsche, dieselben Bäume werden überflogen, auch wenn sich die einzelnen Vogeltrupps für menschliche Begriffe außer Sehweite vorwärts bewegen. Man fragt sich da stets: woher wissen die nachziehenden Scharen, daß ihre Vorgänger gerade da und nicht nebenan geflogen sind, da doch wahrlich Platz genug vorhanden ist." Die ziehenden Finkenschwärme, die in Zügen von 5 bis 50 Stück vorüberkamen, bestanden meist aus Männchen, doch waren auch Weibchen darunter.*)

Über einen Wechsel der Zugstraße seitens der Kraniche berichtet L. Buxbaum (Raunheim a. M.). Nach seiner Erinnerung kamen jedes Frühjahr ganz bedeutende Kranichzüge den Oberrhein entlang und zogen hier über den Main der Wetterau zu; im Herbst ging der Zug umgekehrt. In den letzten Jahren ist darin eine Änderung eingetreten, indem sich die Kranichzüge in der Gegend von Raunheim sehr vermindert haben. Sie schwenken nach eingezogenen Erkundigungen seit einigen Jahren schon in der Gegend von Worms ab, gehen am Rande des Odenwaldes entlang über Darmstadt und Groß-Gerau und überschreiten den Main bei und oberhalb Frankfurt.

Warum die Kraniche ihre alte Zugstraße auf einmal verlassen und einen anderen Weg einschlagen, möchte schwer zu ergründen sein. Auch ist es merkwürdig, daß die nachfolgenden Züge die neue Richtung der vorhergehenden einschlagen und dadurch eine andere Zugstraße bilden. Ob die Tiere in späteren Jahren ihre alte Zugstraße wieder aufsuchen werden, bliebe abzuwarten, unmöglich wäre es nicht.**)

Geflügeltes Allerlei.

Die Fülle von interessanten und wichtigen Beobachtungen, die unablässig von Hunderten eifriger Ornithologen allerorten gemacht werden, vollständig zusammenzufassen, ohne in trockene Aufzählung zu verfallen, bedürfte es allein eines Bändchens von der Stärke des vorliegenden Jahrbuches. Wenn ich daher, aus der Menge weniges auswählend, bei der Vorzeit unserer Vogelwelt anknüpfe und etwas über seltener werdende Großvögel, neue Überwinterer, über die Änderung von Lebensgewohnheiten und merkwürdige Besonderheiten, über das Sammeln und Verbergen von Futtervorräten und den Nutzen und Schaden einiger Arten berichte, so hoffe ich, die Absolution auch der Leser zu erhalten, die noch diesen oder jenen anderen Punkt gern berührt gesehen hätten.

*) Naturwiss. Wochenschrift, III. Jahrg. (1904), Nr. 21.

*) Ornithol. Monatsberichte, 12. Jahrg. (1904), Nr. 7/8.
**) Der Zoolog. Garten, 45. Jahrg. (1904), Nr. 8.



Wie sah die Vogelwelt unserer Breiten drei- bis viertausend Jahre vor Christi Geburt aus? Nach dem Berichte Herluf Winges über Erdfunde von Vogelknochen in Dänemark zu schließen, nicht wesentlich anders als heute.*) Die bei weitem überwiegende Menge der von ihm geprüften Knochen lieferten die sog. Küchenabfallhaufen der älteren Steinzeit, teils aus dem Ende der Zeit, da die Kiefer der vorherrschende Waldbaum war, teils aus der Eichenzeit. Die ältesten Funde dürften sich aus dem Zeitraum 4000 bis 3000 v. Chr. schreiben. Das nur 54 Arten umfassende Verzeichnis enthält sicherlich nur einen kleinen Teil der damals lebenden Arten, und diese sind zumeist auch jetzt noch in Dänemark vertreten. Nur aus dem Dasein zweier Arten, des Auerhahnes und des Schwarzspechtes, läßt sich schließen, daß die Natur doch eine etwas andere war als gegenwärtig; sie sind Zeugen der ehemaligen Kiefernwälder. Der Auerhahn, längst ausgestorben, war schon in historischer Zeit in Dänemark unbekannt und der Schwarzspecht besucht das Land nur äußerst selten. Der noch zur Eisenzeit in England nistende Riesenpelikan (Pelecanus crispus), der jetzt nur in Südosteuropa bis zu den unteren Donauländern (Dobrudscha) vorkommt, ist vielleicht gerade kein Beweis für eine andere Natur des Landes; er mag gleich dem flügellosen Alk, der Sumpfschildkröte und verschiedenen Säugetieren vom Menschen ausgerottet sein. Die vielen großen Arten, die auch jetzt noch in geringer Menge auftreten, geben uns eine Vorstellung von dem Reichtum der Vorzeit im Vergleich zu unserer vogelarmen Gegenwart. Manche dieser großen Arten mögen damals in Dänemark gebrütet haben. Das im Anhang (II) vollständig gegebene Verzeichnis enthält außer den schon genannten Vögeln fünf Entenarten, drei Schwäne, vier Möven, den schwarzen Storch, die Nebelkrähe, den Kranich, den Reiher, zahlreiche Raubvögel, zwei Spechte, also im ganzen zahlreiche Wasser-, Sumpf- und Waldvögel, bei auffallend wenigen kleinen Sängern, deren zarte Knochen allerdings den Jahrtausenden wenig Widerstand bieten können.

Im Anschluß an die Mitteilungen, welche der I. Jahrgang (S. 208) über das Leben des Storches brachte, sei hier über die Beobachtungen G. v. Burgs an den Störchen von Solothurn berichtet. Obwohl der Kanton nur noch geringe Sumpfstrecken, wohl aber 36 Prozent Wald aufweist, zählt man je nach den Jahren 20 bis 25 bewohnte Nester, die sich auf zehn Gemeinden verteilen. Die meisten Nester sind auf Strohdächer gebaut, einige auf Birken. Seit einigen Jahren nehmen in Solothurn wie anderwärts in der Schweiz die Störche an Zahl zu, wohl infolge der Verfolgungen in Deutschland, meint der Verfasser.

Da nun seit dieser Zeit die Zahl der Storchpaare stets größer ist als die der Nester, und der Storch nicht gern zum Nestbau schreitet, so vagabundieren stets einige letztjährige Störche, wohl ausnahmslos Männchen, in der Gegend umher. Bis Mitte Mai etwa geduldet, werden sie dann von den ansässigen Störchen verfolgt und halten sich von nun an meist an Orten auf, die von den anderen nicht besucht werden. Hie und da, namentlich im Juli, rotten sie sich zusammen und unternehmen große Ausflüge, wobei sie in Höhen von über 1000 Metern über dem Boden fliegen. Ihnen gesellen sich gegen Ende Juli die Jungen bei, mit denen sie vielleicht auch abreisen; denn diese ziehen am 1. August und auch wohl schon früher vor den Alten ab.

Meist von Mitte August an finden große Versammlungen von alten Störchen statt, gewöhnlich stramm „präsidiert“. Entweder klappert ein einzelner oder die ganze große Gesellschaft; im letzten Falle erfolgt eine allgemeine Erhebung der Gesellschaft in die Luft und Wegzug. G. v. Burg berichtet auch über das vielfach bestrittene sogenannte „Storchgericht“. Schon einigemal sei es vorgekommen, daß bei solchen Versammlungen Störche von den Gefährten verfolgt, verwundet und selbst getötet werden. Mitte August 1899 fand in Egerkingen eine Versammlung von 130 Störchen statt; dabei wurde einer derselben überfallen und mit Hieben traktiert; mit Not entkam er. Von da an bis zum Frühjahr 1900 beobachtete man stets einen Storch im Gäu (Gegend der „Storchendörfer“), vielleicht das mißhandelte Männchen. Auch im Kanton Aargau wurden diesmal überwinternde Störche beobachtet.

Eigentümlich berühren bei Störchen, die als treue Gatten gelten, Fälle von Bigamie, wie sie v. Burg anführt. Schon vor vielen Jahren, nämlich 1859, war ein alter Storchvater in Wangen mit zwei „Weibern“ verheiratet, die beide Eier legten, ausbrüteten und die Jungen mit Hilfe des Storches aufbrachten. Ende der sechziger Jahre, etwa 1867—1870, also während vier Sommer, geschah ein Gleiches ebenfalls in Wangen; der alte Storch, das Männchen, hatte zu Beginn des schlimmen Haushalts schwere Kämpfe zu bestehen, doch blieb er stets Sieger. Auch 1900 und 1901 geschah das nämliche in Gunzgen, zum Entsetzen mancher abergläubischen Leute!

Ein schlimmes Jahr für die Schweizer Störche, ja für die gesamte Vogelwelt des Kantons war das Jahr 1902, besonders seit dem Mai, mit dessen Beginn eine den ganzen Monat anhaltende, von starker Kälte begleitete Regenperiode anbrach. Den Störchen begann unheimlich zu werden; schon am 13. Juni erhielt v. Burg Nachricht, daß 1 bis 3 Wochen alte, manchmal schon recht entwickelte Störche aus dem Nest geworfen würden; offenbar fehlte es den Alten, von denen selbst verschiedene im Mai verhungerten, an Nahrung für die Brut. Alles Tierleben stockte: aus dem Umkreise von 1 Kilometer erhielt unser Gewährsmann wohl 30 Nester mit abgestorbenen Eiern und toten Vögeln, namentlich von Buchfink, Amsel, Goldammer, Stieglitz, Ringeltaube, Singdrossel u. a. Kaum zwanzig junge Störche sind im Jahre 1902 aus der Gegend nach Süden gereist, alle anderen waren schon im Ei oder während des naßkalten Juni als Brutjunge umgekommen.*)

*) Wissensch. Mitteil. für d. naturwiss. Verein in Kopenhag. 1903.

*) Ornithol. Monatsschrift, 28. Jahrg. (1903), Nr. 6.



So wird das Jahr 1902 mit seinem Maienwetter als eines der furchtbarsten Unglücksjahre den Störchen am schweizerischen Jura in Erinnerung bleiben!

Erfreut sich schon der Storch wegen der wirklich oder vermeintlich von ihm angerichteten Schäden nicht der Schonung, die er allein schon wegen seiner Stellung im Landschaftsbilde, nebenbei doch wohl auch ein wenig wegen seiner mythologischen Bedeutung als „Seelenbringer" und „Seelenverschlinger" im germanischen Volksglauben verdiente, so kommt der noch seltenere Fischreiher (Ardea cinerea) erst recht schlecht weg. In einem sehr lesenswerten und interessanten Büchlein nimmt H. Krohn den Fischreiher warm in Schutz gegen die einseitige Verurteilung zur Ausrottung, die er als Fischräuber sich zugezogen hat. Die Schädlichkeit des Reihers wird gerade wie die des Storches unter der Linse der menschlichen Selbstsucht meistens übertrieben vergrößert; durch maßvolle Einschränkung seiner Kopfzahl, da, wo es wirklich angebracht ist, würde derselbe Zweck erreicht werden wie durch die gegenwärtig auf das Abschußprämiensystem begründeten recht kostspieligen Maßnahmen. Auch den Fischreiher als einen großen, durch Haltung und Bewegungen sowie durch sein kolonienweises Horsten bedeutenden Schreitvogel, der einen Zug der natürlichen Landschaft bildet, würden wir nach völliger Ausrottung bitter vermissen.

Von den 175 Kolonien, die Krohn im deutschen Reiche ermitteln konnte, sind 79 mindestens als erloschen zu betrachten, so daß gegenwärtig kaum 96 mit etwa 1500 bis 2500 Brutpaaren bestehen werden. Nach der Karte scheinen die noch bewohnten Reiherkolonien besonders in Nordwestdeutschland, im Wesergebiete und in Holstein sowie in Ostpreußen gelegen zu sein. Vielleicht könnte eine Wiederbelebung der Falknerei zu dem Zwecke, den Kriegsbrieftauben des Feindes Eintrag zu tun, die Vernichtung des Reihers aufhalten.*)

In welchem Maße die Ausrottung vor sich geht, ergibt sich aus Angaben F. Helms über den Fischreiher in Sachsen (Journal für Ornithol., Bd. 52, Heft 3). Danach gewährte der Sächsische Fischereiverein von 1884 bis 1902 die Dreimarkprämie für Reiher 1541 mal, dabei kommen aber noch lange nicht alle erlegten Vögel zur Prämiierung. Allerdings macht er sich in mancher Gegend bei den Fischteichen durch zahlreiches Auftreten unliebsam bemerkbar; die infolge Mondscheins sehr hellen Nächte hat man ihn sogar im Wasser des Teiches nach Fischen spähend verbringen sehen.

Die Zahl der überwinternden Vögel ist, nach genauen Beobachtern, weit beträchtlicher und artenreicher als man gewöhnlich annimmt. So berichtet z. B. W. Hennemann in seinen „Ornithologischen Beobachtungen aus dem Sauerlande im Jahre 1902" von dem Überwintern von Ringeltauben, Staren, Buchfinken, Amseln und Rotkehlchen (Ornith. Monatsschrift 1903, Nr. 6). H. Oberbeck hat in den letzten Jahren gleichfalls vereinzelte Ringeltaubenpärchen bei Bernburg beobachtet.

*) Der Fischreiher u. seine Verbreitung in Deutschland. Leipzig 1903.

Im Winter 1903/04 war ihre Zahl besonders groß. In dem der Stadt sich anschließenden Krummholze hatte ihnen ein Wärter ein paar Futterplätze eingerichtet, die sie gern angenommen haben (Ornith. Monatsberichte, Juli 1904).

Auch das Vordringen von Vogelarten ist mehrfach beobachtet. Den für Deutschland sehr seltenen Nachtigallschwirl oder Nachtigallrohrsänger (Locustella luscinioides) hat Freiherr Geyr v. Schweppenburg als Brutvogel auf dem im Kreise Geldern gelegenen Pittges-Bruch in einer ganzen Anzahl von Paaren entdeckt. Da er jedoch Süd-, auch Westeuropa bis Holland hinauf bewohnt, so wäre es wohl möglich, daß er im Rheinland bisher übersehen wäre.

Über die Verbreitung des Girlitzes in Deutschland mit besonderer Berücksichtigung des im Laufe des 19. Jahrhunderts okkupierten Gebietes berichtet eingehend Wilh. Schuster.*) Er stellt zuvörderst fest, daß der Girlitz (Serinus serinus) sich niemals an vereinzelten Punkten in völliger Isolierung von seinem sonstigen Verbreitungsgebiet niedergelassen habe, sondern immer und immer vorgedrungen sei, stetig, allmählich, langsam. Nachdem der Vogel schon von Konrad Geßner vor etwa 340 Jahren in Frankfurt a. M. beobachtet war, so daß man für jene Zeit auch seine Anwesenheit in der oberrheinischen Tiefebene und der Burgunder Pforte, dem Eingangstor aus Frankreich, voraussetzen muß, läßt sich sein Vordringen etwa seit 1880 in Mitteldeutschland Schritt für Schritt verfolgen. 1883 wird er brütend bei Bonn beobachtet, in Bielefeld nistet er seit Mitte der neunziger Jahre, ist also schon ins nordwestdeutsche Flachland übergetreten, und zwar längs der Rheinlinie; ebenso läßt sich sein schrittweises Vorgehen auf der Linie Wetterau—Kassel—Harz verfolgen.

Nach Ostdeutschland gelangte der Fink auf der Linie Donau—Marchtal—Elbe- bezw. Odertal, in Österreich-Ungarn weilt er schon seit Jahrhunderten. In Böhmen ist er um 1845 vereinzelt bekannt, 1868 tritt er bei Görlitz als regelmäßiger Nistvogel auf, und nachdem er seit den fünfziger Jahren auch über das Königreich Sachsen vorgedrungen und so das mitteldeutsche Gebirge auf der ganzen Linie durchbrochen, breitet er sich im norddeutschen Flachlande wahl- und regellos nach allen Seiten hin aus. In Ostpreußen nistet er seit 1890, für Dänemark und Südschweden ist er als Vorzügler festgestellt und in England zeigt er sich vereinzelt.

Für die rasche Vermehrung und intensive Ausbreitung des Girlitz findet W. Schuster in folgenden Umständen eine hinlängliche Erklärung:

1. In warmen Gegenden macht der Vogel drei Bruten; die Zahl der alljährlich neu ins Leben gerufenen Generationen ist also keine beschränkte. Noch am 7. September 1901 fand W. Schuster am Waldrand bei Mainz ein Nest mit einem kaum flüggen Nesthäkchen.

2. Die Nistgelegenheit fehlt nirgends, da der Vogel überall in Baum und Strauch sein Nest anbringt, sowohl auf der äußersten Spitze eines gewaltigen Buchenastes wie dicht am Stamm, im Krön-

*) Ornith. Jahrb., Bd. 15 (1904), Heft 1/2.

chen einer kleinen Fichte wie zwischen dicken Ästen in der breiten Stammgabelung eines fremdländischen Zierbaumes.

3. Das Nest ist ebenso klein wie gut versteckt, so daß es selten entdeckt und vernichtet wird. Somit ist auch die möglichst vollständige Erhaltung aller Bruten je einer Generation gewährleistet.

4. Der brütende Vogel sitzt außerordentlich fest und geht auch bei ungewöhnlicher Störung selten vom Nest; desgleichen bleiben die fütternden Alten auffallend lange dem Neste fern, wenn sie Menschen oder Tiere bei ihm erblicken, verraten es also nicht, und dieser instinktive Vorsichtigkeitstrieb stellt die starke Vermehrung der Art gleichfalls sicher.

Weshalb aber, so fragt man sich nach alledem, drang der Girlitz nicht früher, längst vor 1800, in die jetzt besetzten Gebiete ein, welche Tatsachen bilden das treibende Moment für diese merkwürdige Okkupation? Findet sich ein gleichzeitiges, sozusagen systematisches Vordringen auch bei anderen Vogelarten? Beruht vielleicht das gegenwärtig immer häufiger beobachtete Überwintern sonst als Zugvögel bekannter Arten auf denselben Gründen?

Bei manchen Vogelarten hat die von der Kultur hervorgebrachte Änderung des Landschaftsbildes beträchtliche Änderungen der Lebensgewohnheiten im Gefolge gehabt. Am bekanntesten in dieser Hinsicht ist ja die Amsel, die aus einem scheuen Waldvogel im Laufe weniger Jahrzehnte zu einem der zutraulichsten Park- und Gartenbewohner geworden ist. Turteltaube und Brandente machen, wie das Folgende zeigt, anscheinend ebenfalls durch die Kultur bedingte Fortschritte.

Über die Turteltaube bringt Wilh. Schuster folgende, die anderslautenden Mitteilungen in den Werken von H. O. Lenz, Fr. Naumann, den Brüdern Müller, L. G. Friederich und Wilh. v. Reichenau richtigstellende Angaben (Zoolog. Garten, 44. Jahrg. 1904, Nr. 8):

Am Rhein (Mainzer Becken), Main und in der Wetterau ist die Turteltaube mehr Feld- als Waldvogel; sie schläft und nistet dort sogar in Feldhecken, baut selten auf Bäume, sondern fast ausschließlich in starke, hohe Dickichte, in denen sie das Nest in 1·50 bis 2·50 Meter Höhe anlegt. Wasser braucht nicht unbedingt in der Nähe der Niststätte zu sein; sie nistet auch in Talschluchten und an Berghängen ohne Wasser, wenn nur dichte Hecken vorhanden sind. Das Männchen löst das Weibchen in der Zeit von 9 oder 10 Uhr vormittags bis 3 oder 5 Uhr nachmittags ab. Wird der brütende Vogel von den Eiern gescheucht, so verläßt das Paar nicht jedesmal, wohl aber in mehr als 90% aller Fälle das Nest, ohne wieder dahin zurückzukehren. Brutzeit ist das letzte Drittel des Mai und das erste des Juni; es wird fast immer nur eine Brut gemacht. Der Tauber ruft „turr-turr"; das auf diesen zweimaligen Ruf folgende „hab", ein durch Einschlucken neuer Luft hervorgebrachter Kehlton, wird im Freien nicht hörbar. Die Turteltauben legen ihre Scheu vor dem Menschen ebensogut ab wie die Ringeltauben und nisten auf Friedhöfen mitten in Ortschaften und in Hausgärten zu Mainz und Wiesbaden. Sie verdienen als die am Rhein häufigsten und charakteristischesten Wildtauben den Namen „Rheintauben" mit Recht.

Eine interessante Abänderung der Lebensgewohnheit der Brandente wird von der Insel Juist berichtet, wo dieses Tier wie sonst auf den Friesischen Inseln in Höhlen nistete, und zwar in den Löchern der Inselkaninchen. Nachdem letztere als Feinde der Gewächse, welche die Existenz der Insel sichern, vom Menschen ausgerottet und damit die alten Höhlen allmählich verschüttet sind, neue aber nicht mehr angelegt werden, hat die Juister Brandente ihre Nistweise völlig abgeändert, indem sie vollständig zum Freibrüten übergegangen ist, eine Gewohnheit, die auf den übrigen Inseln nur vereinzelt vorkommt, da sich ihnen dort ihre natürlichen Nistbedingungen, die Höhlenwohnungen, bieten. Es ist dies ein auffälliges Beispiel von örtlich bedingter Anpassung. Veränderte Lebensbedingungen haben, wie W. Schuster bei Besprechung dieses Falles*) bemerkt, nach menschlicher Erkenntnis auch veränderte Strukturverhältnisse zur Folge; also werden und müssen auf Juist bei der Brandente in Zukunft lokale Abänderungen irgend welcher Art auftreten, wie z. B. solche Abänderungen sich auf dem relativ abgeschlossenen Inselboden Siziliens an den meisten Vögeln vollzogen haben, indem sie großenteils Unterarten hervorgebracht haben. Zunächst erleiden die Juister Brandenten wohl einen Nachteil, da die Brütezeit bei freien Nestern länger (35 Tage) als im Schutz der Höhlennester (21 bis 28 Tage) dauern dürfte.

Die Brutpflege der Eulen weist besondere Erscheinungen auf, die Wilh. Schuster unter dem Titel „Größenunterschied und Brutbeihilfe bei Eulenjungen" behandelt.**) Die Euleneier kommen meist zu ungleicher Zeit aus; infolgedessen sind die Jungen oft auffallend verschieden groß. Die Ursache dafür liegt in der Gewohnheit der Eulen, nicht erst das ganze Gelege abzuwarten, sondern sich beim ersten oder zweiten Ei schon festzusetzen, so daß die ersten Eier in der Bebrütung einen mehrtägigen Vorsprung vor den letzten haben, also beträchtlich früher ausfallen. Und weshalb brütet die Eule sofort? Einfach deshalb, weil sie ein ausgesprochener Nachtvogel ist, der die Niststätte erst in und nach der Abenddämmerung auf zwei bis drei Stunden zum Beuteholen verläßt. Beim letzten Ei, bezw. bei den letzten kommt es bisweilen, da dann das Weibchen sich auf der Suche nach Futter längere Zeit entfernt, zu einer Neben- oder Weiterbebrütung, natürlich einer ungewollten, durch die schon ausgeschlüpften ersten Jungen.

Interessante Beobachtungen über die Krähensprache bringt ein Amerikaner Thompson in einem aus Beobachtung und Phantasie gemischten Buche „Bingo und andere Tiergeschichten". Da sie jedoch ohne die Notenbeispiele schwer verständlich sind, so sei hier nur auf ein mit solchen Beispielen versehenes Referat von Dr. Th. Zell in „Der Zeitgeist" (1904, Nr. 17), verweisen. Etwas ein-

*) W. Schuster, Entwicklung oder Nicht-Entwicklung. Journal für Ornithologie, 52. Jahrg. (1904), Heft 3.

**) Mitteil. des österr. Reichsbundes für Vogelkunde u. Vogelschutz in Wien, 4. Jahrg., 1905.

gehen müssen wir dagegen noch einmal auf die angeblichen Leuchtorgane der Vögel.

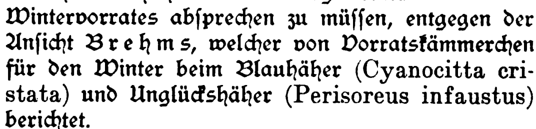
Aus der großen Zahl der wirklichen Leuchtorgane im Tierreiche scheiden nach den Untersuchungen Karl Chuns die Leuchtpapillen der australischen Prachtfinken und anderer Vogeljungen aus. Von einem Hamburger Züchter war die Beobachtung gemacht worden, daß bei lebenden Nestjungen der Gould-Amandine (Poëphila Gouldiae) die schon früher beschriebenen Schnabelwärzchen im Dunkeln leuchten (s. Jahrb. I, S. 244). Von anderer Seite war die Beobachtung bestritten worden. Im Mai 1903 erhielt Chun ein lebendes Nestjunges dieser Amandine speziell zur Prüfung dieser Frage. Das Junge war etwa 6 Tage alt, fast vollkommen nackt und zeigte die Papillen in voller Ausbildung. Bei einer sofort vorgenommenen Untersuchung in der photographischen Dunkelkammer ergab sich, daß allerdings im Halbdunkel die Organe ähnlich „glühten" wie die Augen der Sphingiden (Schwärmer) oder der Tiefsee-Krebstiere. Wurde jedoch der Laden der Dunkelkammer vollständig geschlossen, so war keine Spur des Leuchtens wahrnehmbar, obwohl das Tierchen sehr lebhaft war, sich bisweilen mit wagrecht ausgestrecktem Kopf erhob und mit breit geöffnetem Schnabel eine Atzung erwartete. Als auch das längere Zeit an die Dunkelheit gewöhnte Auge keine Spur einer Phosphoreszenz wahrnehmen konnte, ließ der Beobachter das Licht wieder durch einen schmalen Fensterspalt eindringen; sofort erschien der charakteristische Lichtreflex, und zwar gerade am schönsten, wenn man den in der hohlen Hand befindlichen Vogel von der Lichtquelle abgewendet hielt. Es handelt sich somit bei dem Leuchten der Amandinen nicht um eine wahre Phosphoreszenz, sondern um eine durch eine besondere Zellentapete veranlaßte Reflexerscheinung.

Sind nun also, wie auch die mikroskopische Untersuchung bestätigte, die blauen Papillen aus der Reihe jener Gebilde zu streichen, die selbsttätig Licht produzieren, so bleiben doch die Betrachtungen richtig, welche die bisherigen Beobachter über den Lebenswert dieser Gebilde am Mundwinkel anstellten. Ihre auffällige Färbung in Verbindung mit der Fähigkeit, im Halbdunkel Licht zu reflektieren, lassen kaum eine andere Deutung zu, als daß der atzenden Mutter im dunklen Nest der Weg zu dem geöffneten Schnabel der Jungen gewiesen wird. Damit steht denn auch im Einklang, daß die Papillen bei den flügge gewordenen Prachtfinken schwinden. Das Erkennen der Mundöffnung wird übrigens auch durch die auffälligen schwarzen Flecken oder leierförmigen Zeichnungen begünstigt, welche bei Prachtfinken auf dem Gaumendach und im Grunde des Rachens auftreten. Diesen Leitmalen kommt eine ähnliche Bedeutung zu wie den Saftmalen der Blütenpflanzen.*) Auf weitere wirkliche Leuchtorgane im Tierreich werden wir bei den Insekten zurückkommen.

Niedliche Beobachtungen über das Sammeln und Verbergen von Futtervorräten seitens mancher Vögel verdanken wir H. Krohn in Hamburg.**) Aus der Art und Weise, wie sie diese Schätze unterbringen, ergibt sich, daß sie nicht bloß vom Instinkt geleitet werden, sondern in einigen Fällen ohne Zweifel auch mit Anwendung wirklicher Verstandeskräfte handeln.

So trug eine Nebelkrähe, die frei auf dem Hofe des Beobachters ging, Knochen und andere Futterstoffe in die Winkel, um sie dort mit Wäscheklammern oder Reisern zuzudecken. Obwohl sie seltsamerweise einen sehr innigen Freundschaftsbund mit der Hauskatze eingegangen war, duldete sie nie, daß diese Freundin in die Nähe ihrer Vorratsecken ging, sondern vertrieb sie von hier stets mit lautem Geschrei, aufgesperrtem Schnabel und Flügelschlägen. Die Krähe hatte also nicht allein zu verstecken verstanden, sondern erinnerte sich auch ihrer Verstecke.

Eine Eigentümlichkeit der Häher ist das Sammeln von Vorräten im Schlunde, der kein Aufweichungsapparat wie der Kropf der Taube, sondern ein regelrechter Sammelapparat ist, etwa wie die Backentaschen des Hamsters. Gefangene Eichelhäher sicherten sich einen Teil ihrer Lieblingsnahrung während des Fütterns durch sofortiges Verschlucken, um sie nach der Fütterung einzeln in Ruhe zu zerklauben. Einmal sicherte sich einer in dieser Weise einen ganzen Wurf von sieben jungen Mäusen. Beim Tannenhäher hat man schon alte Männchen mit 12 bis 20 Nüssen im Schlund gefunden. Nicht viel anders liegt die Sache bei den Würgern. Dagegen glaubt H. Krohn den Hähern das Verbergen eines Wintervorrates absprechen zu müssen, entgegen der Ansicht Brehms, welcher von Vorratskämmerchen für den Winter beim Blauhäher (Cyanocitta cristata) und Unglückshäher (Perisoreus infaustus) berichtet.



Nestjunges von Poëphila.

Eine weitere Anhäufung animalischer Kost ist gelegentlich bei den Eulen beobachtet worden, obwohl auch hier sich kaum entscheiden läßt, ob das Tier wirklich für spätere Zeit zu sorgen beabsichtigt oder nur dem Triebe, augenblicklichen Überfluß zu bergen, nachgibt. Beispiele sind nur aus der Brutzeit bekannt, um Wintervorräte handelt es sich also nicht. Der Kleiber (Sitta europaea) soll ebenfalls im Freileben aus seinem Überfluß in Baumhöhlen Vorrat sammeln. Krohn wagt das nicht zu bestätigen, zumal das Tier, im Winter als Strichvogel auftretend, sein sommerliches und herbstliches Baumhöhlenrevier verläßt, somit von solchen Vorräten kaum Nutzen hätte. Dagegen klemmt er nach unserem Beobachter die von ihm gesammelten Haselnüsse, Bucheckern und Weißbuchenfrüchte in die Rindenspalten der Eiche, um sie hier bequem zu öffnen. Ein Gleiches ist von den europäischen Spechten hinsichtlich der Kiefernzapfen bekannt, die sie in den sog. „Spechtschmieden" verarbeiten.

Nutzen und Schaden einer Vogelart gegeneinander abzuwägen, erfordert ein hohes Maß von Sachkenntnis und Objektivität oder Leidenschaftslosigkeit. Kein Wunder daher, daß wir so häufig einen Vogel heute als ausgemachten Schädling verdammt sehen, morgen als nützlich und schonenswert ausgerufen hören. Unter die Arten, deren Charakterbild,

*) Zoolog. Anzeiger, Bd. 27 (1903), Nr. 2.

**) Ornithol. Monatsschrift, 28. Jahrg. (1904), Nr. 7.



„von der Parteien Gunst und Haß verwirrt“, gegenwärtig in der allgemeinen Wertschätzung schwankt, gehören vor allem die Amsel und die Krähen. Die Schwarzamsel, die sich mit der veränderten Lebensweise auch allerlei Untugenden angeeignet hat, als da sind Raub von Nestjungen, Abfressen und Abbeißen jungen Gemüses, der Obstblüten, der Beeren, Fischräubereien, Vertreiben der Singvögel aus ihrem Nistbereich, wollen wir einer späteren Besprechung vorbehalten, um auch ihren lobenswerten Eigenschaften gerecht werden zu können. Hier wollen wir an der Hand einer Untersuchung des Ökonomierates Dr. Schleh auf den Nutzen und Schaden der Krähen eingehen.*)

Dr. Schlehs Arbeit gründet sich auf die Untersuchung des Magens und der Gewölle frischgeschossener Krähen. In $1^1/_2$ Jahren wurden so 474



Maskierung einer Raupe durch Blütenknospen.

aus den fruchtbarsten Ackerbaugegenden Westdeutschlands stammende Krähen untersucht, also Tiere, denen überreich Gelegenheit geboten war, landwirtschaftlich zu schaden. Es zeigte sich, daß tierische und pflanzliche Nahrung ungefähr zu gleichen Teilen aufgenommen war, von letzterer vorwiegend Getreidekörner (8846), denen gegenüber die wenigen Unkrautsamen kaum ins Gewicht fallen, ebensowenig die Kirschen. Von Wirbeltieren fanden sich wenig Reste, nur kleinere Vögel und deren Eier, ferner Mäuse (87 Stück) und auch einige Fische. Die zahlreich gefressenen Insekten (2047) waren fast lauter Schädlinge, Rüsselkäfer, Drahtwürmer und Schnellkäfer, Maikäfer und Verwandte, auch Schmetterlinge und Raupen. Regenwürmer, über deren Nutzen oder Schaden die Ansichten geteilt sind, waren 275 aufgenommen. Von den Landwirten, die dem Verfasser Krähen zur Untersuchung einsandten, sprachen sich 58 für Schädlichkeit, 35 für Nützlichkeit der Tiere aus.

Schleh untersuchte ferner die Nahrung der Nestjungen, die im allgemeinen der der Alten gleicht, mit Bevorzugung der weichen Kost, des Grünfutters und der Insekten. Doch kann er seine Beobachtungen über die Nestfütterung noch nicht für abgeschlossen ansehen. Das Gesamtergebnis seiner Untersuchung faßt er dahin zusammen, daß die Krähen im ganzen mehr nützen als schaden, daß namentlich in der Brutzeit der Schaden ganz beträchtlich zurücktritt. Nur bei übermäßigem Auftreten und in gewissen Gegenden kann die Schädlichkeit so anwachsen, daß eine Einschränkung durch Abschießen oder Fallenstellen geboten erscheint. Darüber lasse man Sachverständige entscheiden, nicht aber die Polizei. Die getöteten Krähen finden in manchen Gegenden Verwertung als Nahrung, nützen also selbst in diesem Falle noch, wenn auch nur einem genügsamen Magen.

*) Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellsch., Heft 91.

Tropisches Insektenleben.

Gehören schon Streifzüge durch die heimische Insektenwelt zu den anziehendsten Beschäftigungen, die der Naturfreund sich denken kann, so bietet die Forschungsreise durch irgend ein Tropenland, z. B. durch die südostasiatische Inselwelt, dem Entomologen Freuden, denen sich kaum andere Genüsse an die Seite stellen lassen. R. Henne am Rhyn*) entwirft von der Insektenwelt jenes malaiischen Wunderlandes ein reizendes Bild, aus dem hier nur ein paar Züge hervorgehoben seien.

Zu den anziehendsten und überraschendsten Erscheinungen daselbst gehören die zahlreichen, zum Teil bekannten Fälle von schützender Nachäffung (Mimicry), an denen gerade Indonesien so überreich ist. Wenn die als „wandelndes Blatt“ bekannte Gespenstschrecke sich auf die von ihr meist aufgesuchten, ihren Flügeln ähnlichen Blätter setzt, so ist sie schlechterdings nicht zu entdecken und sozusagen unsichtbar, bis sie anfängt, sich wieder zu bewegen.

Einen merkwürdigen neuen Fall mimetischen Instinkts beschrieb vor kurzem der amerikanische Entomologe Shelford. Auf den schönen, großen Blütenständen einer ostindischen Spierstaude (Spiraea) beobachtete er eine mäßig große, noch unbekannte Spannerraupe, welche die Blütenknospen des Strauches, die ihr zur Nahrung dienen, zugleich in der geschicktesten Weise zur Maskierung benützt. Durch feine Gespinstfäden befestigt sie je eine der abgebissenen Knospen auf den langen Rückenstacheln, deren sie vier Paare an den mittleren Körperringen und ein Paar am Körperende besitzt, und reiht dann noch mehrere Knospen perlschnurartig daran. Unter dem Schutz dieser künstlichen Knospenhülle ist das Tier inmitten der gewaltigen Blütenbüschel vollkommen verdeckt, die hohe Zweckmäßigkeit dieses Instinkts läßt sich also nicht leugnen. Die Darwinsche Erklärung der Entstehung der Instinkte, durch Auslese der durch einen zweckmäßigen Instinkt besser geschützten Individuen, erscheint hier wohl anwendbar, denn es läßt sich denken, daß zunächst an den spitzen Rückenstacheln einige Knospen zufällig hängen blieben und dann allmählich von den folgenden Generationen befestigt wurden, obwohl auch in diesem Falle noch „Intelligenz“ des Tieres zur Erklärung seines Tuns angenommen werden müßte.

Ein anderes interessantes Beispiel von Mimikry, zwar nicht an einem Insekt, sondern an einem Fisch, aber aus derselben Gegend, nämlich an dem in den Küstengewässern Zeylons lebenden Fledermaus-

*) Entomolog. Zeitschr., 18. Jahrg. (1904), Nr. 13 u. folg.



fisch (Platax vespertilio), erzählt Dr. A. Willey (Spolia Zeylanica, April 1904). Der Fisch besitzt große Ähnlichkeit mit einem vertrockneten Blatte. Mit einem Fischer an den Küstenriffen entlang gehend, bemühte Willey sich, einen Fisch, der seinem Begleiter mehrmals entschlüpft war, mit dem Handnetz zu fangen, als er ein gelbes Jackbaumblatt ruhig und träge zu Boden sinken sah. Das war gerade kein ungewöhnlicher Anblick und Dr. Willey wollte sich eben wegwenden, als das Blatt sich aufrichtete und davonschnellte. Unter verdoppelten Bemühungen wurde der Fisch endlich gefangen und gezeichnet. „Wenn ein Fisch einen blattförmigen und wie ein Blatt gefärbten Körper hat, dazu die Gewohnheit, umzufallen und sich tot zu stellen, wenn er verfolgt wird, so ist das jedenfalls ein echtes Beispiel von Schutz gewährender Nachahmung.“

Ein ungemein prächtiges und auch in den Tropen ziemlich selten sichtbares Schauspiel bietet das Hochzeitsfest der Leuchtkäfer oder Johanniswürmchen, wie es von diesen Tierchen in Massen auf den Uferbäumen und Sträuchern der stillen schwarzen Flüsse in schönen Nächten abgehalten wird. Man denke sich, schreibt Henne am Rhyn, einen mittleren Baum von oben bis unten von Tausenden intensiv glänzender, aber winziger Lichter besetzt, die sich hier- und dorthin bewegen, größtenteils aber auf einer Stelle bleiben und in einzelnen Teilen des Baumes in kurzen Zwischenräumen gemeinsam aufblitzen. Nach und nach wird das rhythmische Signal von immer mehr kleinen Lichtträgern aufgenommen und zuletzt blitzt der ganze Baum wie eine elektrische Masse in schneller Folge hell auf, wobei alle diese Tausende von Tierchen mit einer Promptheit mitwirken, daß man nicht weiß, was man mehr bewundern soll, das gänzliche Aufgehen dieser Geschöpfchen in einem gemeinsamen Spiel, oder den herrlichen Anblick, den dieser Christbaum im Urwald mit seinen im Wasser wiedergespiegelten tausend glänzenden Sternen bietet.

So großes Interesse man diesen lebenden Glühlämpchen von jeher entgegenbrachte, so wenig weiß man doch von dem Wesen und Zweck des Leuchtens selbst bei unseren einheimischen drei Arten von Leuchtkäfern, die vom Volk so wenig unterschieden werden, daß sie alle unter gleichem Namen gehen (Lampyris splendidula, L. noctiluca und Phosphaenus hemipterus). In einem Aufsatze „Zur Biologie unserer Leuchtkäfer“ hat Dr. J. Bongardt*) das Geheimnis ihrer Lichterzeugung durch eigene Beobachtungen und Experimente zu lösen versucht.

Das Leuchten, das bei den flügellosen Weibchen weit intensiver ist als bei den geflügelten Männchen, geht von knollenförmigen Organen an den Seiten der Hinterleibsringe aus; diese Organe befinden sich bei den verschiedenen Arten in verschiedenen Stellungen, leuchten auch nicht sämtlich gleichzeitig und gleich stark. Merkwürdigerweise leuchten auch die asselförmigen, bei Gefahr sich zusammenrollenden Larven der Tiere, die man als „Glühwürmchen“ an dunklen Frühlings-, Herbst- oder Winterabenden im Grase findet, während die Flugzeit der geschlechtsreifen Tiere im Juni und Juli, bei L. nocticula auch schon im Mai ist. Und — was noch merkwürdiger — selbst die Eier sind sowohl vor wie nach ihrer Ablage leuchtend. Beim Weibchen von L. nocticula, deren Leuchtorgane an der Bauchseite des 4. und 7. Hinterleibsringes sehr groß sind und ein sehr durchdringendes Licht ausstrahlen, sah Dr. Bongardt das Licht auf eine Entfernung von 1200 Metern im Grase eines Abhanges. Die Larven leuchten das ganze Jahr hindurch.

Bisher hielt man die Lichterzeugung unserer Leuchtkäfer für einen Oxydationsvorgang. Dr. Bongardt weist jedoch durch zahlreiche Versuche mit lebenden Tieren nach, daß man das Leuchten unmöglich als einfache Oxydationserscheinung, d. h. als eine Verbrennung des Inhalts der Leuchtorgane in Sauerstoff, auffassen kann. Auch von der Willkür der Käfer scheint es nicht abzuhängen; denn in allen Fällen, wo die Tiere das Licht anscheinend willkürlich verschwinden ließen, stellte sich heraus, daß sie es nur auf geschickte Weise, sei es durch Bewegen des Hinterleibes gegen die Brust oder durch Herabgleiten von den Grashalmen, ihrem Sitze, auf die Erde, verbargen. Wären die Tierchen im stande, das Leuchten durch den Einfluß des Nervensystems zu unterdrücken, so müßte man sich darüber wundern, daß z. B. die Weibchen von L. nocticula ruhig weiterleuchten, wenn man sie aus dem Grase holt und auf die Hand legt. Gegen den Einfluß des Nervensystems spricht auch der Umstand, daß die Tiere nach dem Tode weiterleuchten. Wohl ist anzunehmen, daß die Absonderung eines Leuchtstoffes der Willkür des Tieres bis zu einem gewissen Grade unterworfen ist. Ist er aber ausgeschieden, so leuchtet er, mag der Käfer es wollen oder nicht.

Auch der Zweck der lichtspendenden Organe ist noch recht dunkel. Vielfach wird das Leuchten als Abschreckungsmittel gegen Feinde gedeutet. Spinnen und Eidechsen fangen und fressen die Leuchtkäfer jedoch sehr gern. Eher könnte man die Organe für sekundäre Geschlechtscharaktere halten. Dafür spricht zunächst die Tatsache, daß die Weibchen von L. nocticula während der Flugzeit der Männchen stets auf dem Rücken liegen, die Leuchtorgane möglichst hoch emporstreckend, weil dadurch das Licht selbst aus weiter Ferne wahrzunehmen ist, nach der Flugzeit aber stets ihre natürliche Lage, die Bauchseite nach unten, einnehmen. Auch fliegen die Männchen stets von außen gegen die Flasche, wenn man gefangene leuchtende Weibchen in ihr trägt. — Wollen wir jedoch die Leuchtorgane nur als zur Anlockung der Männchen bestimmte sekundäre Geschlechtscharaktere erklären, so bleibt es allerdings sonderbar, daß die Weibchen nicht, nachdem sich ihnen mehrere Männchen zugesellt, das Leuchten einstellen, daß sie nach der Flugzeit der Männchen oft noch mehrere Wochen leuchten, obwohl das Leuchten nun seinen Zweck doch völlig erfüllt hätte. Endlich wäre auch das Leuchten der Eier und Larven vollständig überflüssig, wenn die Leuchtorgane nur dazu dienten, die Männchen anzulocken. „Mehr Licht“ bezüglich dieser Leuchtorgane wäre also entschieden noch wünschenswert.

*) Naturwiss. Wochenschrift, III. Bd. (1904), Nr. 20.

Kehren wir nach dieser Abschweifung noch einmal in die bunte, lebensprühende Tropenwelt zurück, und zwar zu jenen winzigen, trotzdem aber dort eine weit größere Rolle als bei uns spielenden Insektenpygmäen, den Ameisen!

Lebende Türen entdeckte der Amerikaner Wheeler bei einigen Arten nordamerikanischer Ameisen. Das Nest einer Art fand Wheeler auf einem Walnußbaum in einem abgestorbenen Zweige. Es bestand aus einer Anzahl regelloser Galerien, die zum großen Teile Fraßgänge von Käfern darstellten. Anfangs waren die Eingänge gar nicht aufzufinden; die winzigen Öffnungen waren nämlich stets von je einem Arbeiter, einer besonderen Form der betreffenden Ameisenart, besetzt und durch dessen rindenfarbigen Kopf vollkommen verschlossen. Wenn eine Arbeiterin eintreten wollte, so klopfte sie mit ihren Fühlern an die lebende Tür; sofort trat der Soldat zurück, ließ die Klopfende ein und kehrte schnell wieder an seinen alten Platz zurück. Da der verschließende Soldat infolge der Lage seines Kopfes die Ankommenden nicht sehen und auch seine Fühler nicht gebrauchen kann, auf fremde Berührungen mit einer Feder oder einem Halm hin aber nicht öffnet, so muß sich auf der Stirnfläche dieser Soldaten eine besondere, der Verständigung dienende Art von Tastgefühl ausgebildet haben, in gleichem Schritt mit der eigenartigen Ausbildung der Tiere als „lebendes Portal". — Eine andere, fast ausschließlich in den Gallen einer Wespe wohnende Art hat ebenfalls derartige Türwächter, welche die Gallenöffnungen mit ihren genau passenden Köpfen abschließen. Wahrscheinlich lösen sie sich von Zeit zu Zeit ab, da jede Galle mehr Soldaten enthält, als Öffnungen vorhanden sind.

Wie gute Verteidiger des angestammten Rechtes auf ihre Wohnungen und Haustiere die Ameisen sind, mußte bei einem Besuche auf Java Herr Penzig am eigenen Leibe erfahren. Freilich verhalf ihm diese Begegnung zur Entdeckung einer neuen Symbiose zwischen Zikaden und Ameisen. In einem Berggarten bei Buitenzorg fiel Penzig die große Zahl schwarzer Ameisen (Unterart von Myrmicaria fodiens Jerd.) an den daselbst gepflegten Exemplaren einer australischen Proteazee (Grevillea robusta) auf. Er vermutete, daß sie durch Zweig- oder Blattnektarien angelockt wurden und wollte zur Untersuchung derselben einige Zweige abpflücken. Aber das bekam ihm schlecht; denn im Nu sah er sich von einem ganzen Heer von Ameisen angegriffen, die nicht nur von den berührten, sondern auch, vermutlich durch die Erschütterung alarmiert, von den anderen Zweigen der Pflanze auf ihn losstürzten, so daß er eiligst flüchtete und sich, so gut es ging, von den bissigen, wütenden Insekten zu befreien suchte.

Bei genauem Hinsehen bemerkte er nun, daß das Interesse der Ameisen auf kleine Zikaden gerichtet war, die in großer Zahl an den Grevilleazweigen saßen, besonders in den Blattachseln. Sie waren in allen Entwicklungszuständen vertreten: kleine und große Larven, Puppen und einzelne zwischen ihnen umherwandernde vollkommene Insekten. Die Ameisen waren größtenteils um die unbeweglichen Larven und Puppen versammelt. Indem sie deren Hinterleib mit den Fühlern streichelten, leckten sie begierig die aus ihm abgeschiedenen Tröpfchen auf. Andere Ameisen hatten indessen die Wache und liefen zwischen der Herde der schwarzen Milchkühe umher, „mit erhobenem Kopfe und jenem frechen und zornigen Gehaben, das auch für verschiedene Arten unserer Ameisen charakteristisch ist". Der Beobachter mußte erst noch einen kleinen Kampf überstehen, ehe es ihm gelang, sich einiger Zweige und ihrer Zikadenbewohner zu bemächtigen (Naturwiss. Rundsch., 19. Jahrg., Nr. 37, nach Malpighia, 18. Jahrg. 1904).

Doch sind die Ameisen noch keineswegs die schlimmsten Feinde des Menschen in den Tropengegenden. Die Waldmosquitos Brasiliens und die Tsetsefliege Afrikas sind ihm als direkte Schädiger an Leib und Leben weit gefährlichere Gegner.

Die brasilianischen Waldmosquitos (Anopheles Lutzii), welche nach den ausgedehnten und genauen Beobachtungen von A. Lutz*) in der dortigen Waldregion die Malaria auf den Menschen übertragen, machen nach demselben Beobachter eine interessante Entwicklung durch. In den großen stengelumfassenden Blättern der Bromeliazeen Brasiliens, Pflanzen, zu denen die Ananas gehört, sammelt sich, ähnlich wie in den Becken der Weberkarde bei uns, das Wasser der Regengüsse und erhält sich unter Erneuerung durch Tau längere Zeit. In diesen natürlichen Wasserreservoiren lebt nun eine reichhaltige Fauna, Protozoen, Radiolarien, winzige Krebschen, Kaulquappen, Wasserkäfer und vor allem auch Mückenlarven, die blaßgrün, blau, rot oder lila gefärbt sind. Eine der rotgefärbten Larven liefert erwachsen die Malariamücke, die zu jeder Tageszeit, mit Vorliebe jedoch in der Dämmerung, fliegt und sticht. Sie nähert sich rasch und ohne viel Gesumme und wird meist erst bemerkt, nachdem sie in fast senkrechter Körperhaltung gestochen hat.

Die Entwicklung in den natürlichen Wasserbecken der Pflanzen ist eine Anpassung der Larven an die Gegend, in der sonstige Wasseransammlungen, Lachen und Pfützen fehlen. Die Mückenlarven kommen zum Atemholen nicht an die Oberfläche, sondern legen ihre Atemröhre an die Blattwandung, wahrscheinlich um die dort austretenden Sauerstoffperlen aufzunehmen. In dieser Weise entwickelt sich eine ganze Reihe von Arten ausschließlich in dem Bromeliazeenwasser, in das die geschlechtsreifen Weibchen ihre Eier legen.

Die gefürchtete afrikanische Schlafkrankheit, als deren Zuträger die Tsetsefliege (Glossina palpalis) angesehen wird, ist jüngst zu Bukoba in Deutsch-Ostafrika, wo ein besonderes Schlafkrankenhospital besteht, genauer beobachtet worden. Als höchstwahrscheinliche Ursache der Erkrankung, die sonst besonders an der Westküste und zwischen Senegal und Kongo vorkommt und nach 4 bis 6 Wochen zum Tode führt, gilt nach Castellanis Untersuchungen das in der Gehirn- und Rückenmarksflüssigkeit der Schlafkranken gefundene Trypanasom, ein kurzer, würmchenartiger, zu den Protozoen gehöriger Mikroorganismus, der lebhafte, korkzieher-

*) Zentralbl. für Bakteriologie u. Parasitenkunde, I. Abt., Bd. 33.



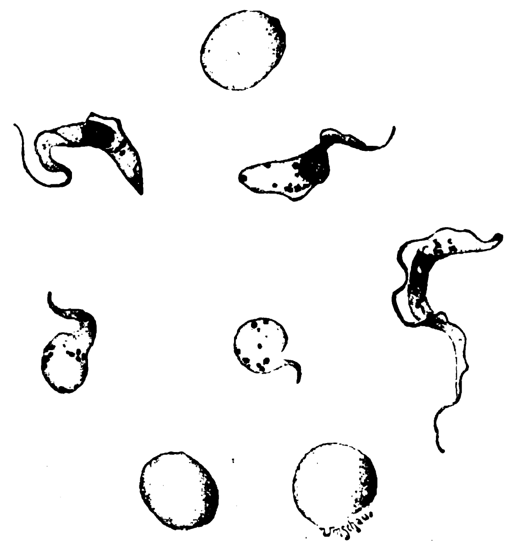
artige Bewegungen ausführt, und dessen verschiedene Arten bereits als die Urheber schwerer Viehseuchen in Afrika, Südamerika und Indien erkannt sind. Als Zwischenwirt und Überträger des Trypanosomas wurde die Tsetsefliege angenommen. Stabsarzt Dr. Feldmann ist übrigens durch zahlreiche Untersuchungen zu dem Ergebnis gelangt, daß im Bezirk Bukoba 80 bis 90 Prozent der Bevölkerung das Trypanosoma im Blute aufweisen; es ist also entweder der Erreger der Schlafkrankheit gar nicht, oder verursacht sie nur, wenn es ins Rückenmark oder Gehirn gelangt.

Die Tsetse — es gibt ihrer mehrere Arten — besitzt ungefähr die Form unserer Stubenfliege, besser noch der Hunds- oder Pferdefliege. Ihre Nährtiere sind alle größeren Säugetiere, besonders bestimmte Arten des afrikanischen Großwildes, mit dessen Ausrottung auch sie zu verschwinden scheint; aber auch der Mensch gehört zu ihren bevorzugtesten Blutlieferanten. Sie erwartet die vorüberziehenden Tiere unter dem Blätterdach der Bäume und zieht sich, mit Blut vollgesogen, dahin zurück, um sich im Schatten eines Blattes der Verdauung hinzugeben. Das Vorhandensein von Sumpf gehört weniger zu ihren Lebensbedingungen als der Buschwald. Da das Verbreitungsgebiet einer gewissen Tsetseart, der Glossina palpalis, mit demjenigen der Schlafkrankheit zusammenfällt, und man zudem festgestellt hat, daß die Fliege die Krankheit von schlafenden Kranken auf Affen übertragen kann, so ist sie wahrscheinlich der Vermittler der unheimlichen Seuche.*)

Bei den niedriger stehenden Insekten ist die Parthenogenesis, die Entwicklung unbefruchteter Eier oder das Hervorgehen lebendiger Jungen aus jungfräulichen Weibchen, weitverbreitet. Weniger bekannt ist, daß auch bei höheren Insekten die Fähigkeit der Jungfernzeugung vereinzelt auftritt. Über einen im Jahre 1903 beobachteten Fall dieser Art berichtet C. Garbowski aus der Bretagne.

In den ersten Tagen des Juli fand Garbowski in dem Garten des unweit der Meeresküste gelegenen Laboratoriums Lacaze-Duthiers in Roscoff an einem Apfelbaume ein Raupengespinst, das er unbesehen mitnahm und in ein geräumiges, gut schließendes Glasgefäß warf. Hier blieb der Fund luftdicht verschlossen und unbeachtet, bis Garbowski Anfang August an der Wand des Behälters ein Weibchen von Porthesia similis, einem unserem Goldafter verwandten Spinner, bemerkte, dessen noch nicht vollständig entwickelte Flügel zeigten, daß es eben erst aus der Puppe geschlüpft war. Das Glas blieb uneröffnet, und nach drei Tagen war der Falter, der sich wenig bewegt hatte, tot. Er legte während der drei Tage drei Portionen Eier, die er in regelrechter Weise mit Hinterleibshaaren bedeckte. Weder diese Eier noch das Muttertier wurden aus dem Behälter entfernt.

In der zweiten Augusthälfte bemerkte Garbowski zu seiner Überraschung die ersten schwarzen Räupchen, die an den leeren, durchsichtigen Eihüllen nagten. In ein anderes Gefäß auf Birnenblätter gebracht, entwickelten sie sich kräftig, während auch aus den übrigen Eiern Räupchen schlüpften und kein einziges Ei unentwickelt blieb. Auch bei den wiederholten Häutungen ging keines von ihnen zu Grunde, und am 18. September hatten die kräftigsten schon 10 Millimeter Länge und die typische korallenrote Färbung von P. similis erlangt. Aus gewissen Unterschieden ihres Aussehens glaubt Garbowski schließen zu können, daß sich aus der Mehrzahl der Raupen weibliche, aus der Minderzahl männliche Schmetterlinge entwickeln würden. An weiteren Beobachtungen hinderte ihn seine Abreise.*)



Der Erreger der Trypanosomakrankheit (1200fach vergr.).

Auf eine Reihe merkwürdiger Beobachtungen an Raupen**) macht der amerikanische Entomologe M. Rothke aufmerksam unter der Frage: Besitzen Raupen Geschlechtsempfindung? Mehrfach ist schon der Fall notiert worden, daß Raupen, z. B. vom Nachtpfauenauge oder einem Seidenspinner (Bombyx rubi), die im Freien nur zu zweien gefunden wurden, nach dem Verpuppen ausschlüpfend, Pärchen ergaben. Er nimmt deshalb an, daß schon bei Raupen, die bereits Geschlechtsdrüsen besitzen, eine Art „Geschlechtswitterung" vorhanden sei, die sie paarweise zusammenführe, während M. Gillmer lieber annehmen möchte, daß die Weibchen mancher Schmetterlinge ihre Eier paarweise, nach dem Geschlecht bestimmt, immer ein männliches und ein weibliches zusammen, abzulegen vermögen. Zur völligen Lösung des Rätsels bedarf es noch weiterer Beobachtungen, oder, um mit M. Gillmer poetisch zu schließen:

Die Frage also bleibt zu lösen,
Ob Zufall hier im Spiel gewesen —
Ob Raupen Witterung besitzen
Und dadurch ihrer Art was nützen.

*) Die Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 8.

*) Zool. Anzeiger, Bd. 27 (1904), Nr. 7 u. 8.
**) Entomolog. Zeitschrift 1904, Nr. 3 u. folg.

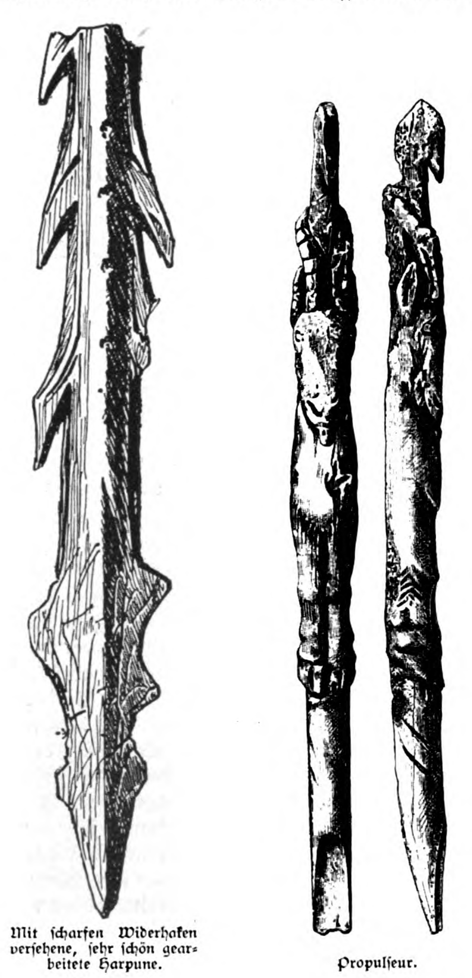
Der Herr der Schöpfung.

(Urgeschichte, Ethnographie, Anthropologie.)

Bildnerei und Religion der Urzeit. * Vom Eolithen zum Hünengrab. * Rassenfragen. * Herz und Magen.

Bildnerei und Religion der Urzeit.

Die Kunst, o Mensch, hast du allein! ruft ein erhebendes Wort aus Dichtermunde uns zu; aber es offenbart uns nicht, woher dem Menschen die erste Erleuchtung, der Anstoß zur ersten Kunstübung kam, und mühsam müssen wir in den



Mit scharfen Widerhaken versehene, sehr schön gearbeitete Harpune.

Propulseur.

Schächten längst vergangener Epochen graben und wühlen, mühsam die kostbaren Funde, die Grab und Höhle nach tausendjährigem Schlaf herausgeben, zu deuten und zu ordnen suchen, um nur ein wenig, und ach! oft so trügerisches Licht in die Urgeschichte der Kunst zu bringen.

In die verwirrende Fülle der Funde, mit denen uns die französischen Höhlen im Laufe des letzten halben Jahrhunderts beschenkt haben, versucht Ed. Piette in einer reich illustrierten Studie Licht und Ordnung zu bringen.*) Nachdem er sich drei Jahrzehnte diesem Studium erfolgreich gewidmet, dürfen wir uns ihm schon anvertrauen.

Piette stellt den Satz auf: Der Urgeschichtsforscher muß vor allem Geologe, Schichtenkenner (stratigraphe) sein. Die geologische Forschungsweise muß auch die des Prähistorikers sein. Das ist nun wohl in Deutschland schon seit geraumer Zeit der Fall, hat aber in Frankreich bei vielen hervorragenden Prähistorikern noch keine Anerkennung gefunden. Wie er selbst dieser Forderung genügte, mögen uns seine eigenen Worte lehren.

Im Frühling 1871 begab ich mich nach Bagnères-de-Luchon. Der Schienenweg, der die Südbahn mit dieser Stadt verbindet, war damals im Bau. Ich mietete in Montréjeau einen Wagen. Aus dem Gefährte heraus, das mich nach dem Badeorte trug, erkannte ich fast auf Schritt und Tritt die Spuren eines alten Gletschers, der in entfernter Zeit das Tal der Garonne und der Picque mit seiner Kristallmasse verschüttet hatte: da gab es Moränen, erratische Blöcke, geschliffene, gefurchte, ausgekehlte, gekritzte Felsen, geritzte Geschiebe. Ich ließ den Wagen alle Augenblicke anhalten, um die Einschnitte und alle anderen Offenbarungen der gewaltigen Eiskraft zu besehen. War es doch das erstemal, daß ich Gelegenheit fand, sie zu studieren. Sie flößten mir zu großes Interesse ein, als daß ich nicht nach meiner Ankunft noch wiederholt Tage in den Einschnitten und an den Talhängen, durch die der Gletscher seinen Weg genommen, hätte zubringen sollen. Dann bestieg ich alle höchsten Gipfel und Pässe der Gegend, um die Schneefelder zu studieren, die sie noch bedecken, die winzigen Reste der großen Eisströme, die ehemals von ihnen herabgeflossen sind.

Indem ich mich in die vergangenen, von der unsrigen so abweichenden Epochen und besonders in die pleistozänen Zeiten zurückversetzte, an deren Ende eine strenge Kälte auf gallischem Boden herrschte, kam mir der Gedanke, daß das Renntiermoos, von dem ich von Zeit zu Zeit einige Pflänzchen entdeckte, doch ehedem reichlich in diesen Gegenden habe wachsen und die Herden des Renntiers herbeiziehen müssen. Ich beschloß, in den Höhlen Ablagerungen zu suchen, in denen ich seinen Spuren begegnen möchte. Ich beschränkte mich auf die Grotten des Garonnetales, von denen man mir zahlreiche nannte, und wählte die von Gourdon, welche unweit Montréjeau am Ufer des Stromes bei der Nestemündung liegt. Gegen Westen weit geöffnet, war sie trocken und gesund, so daß sie dem Menschen der Renntierepoche wohl hätte ein anziehender Wohnort sein können.

---

*) Classification des sédiments formés dans les cavernes pendant l'age du renne. — L'Anthropologie, Bd. XV (1904), Nr. 2.

Ich besorgte mir Arbeiter. Schon bei den ersten Hackenschlägen hoben sie Feuersteingeräte von Magdalénien-Typus auf. Nun ließ ich einen Graben ausheben. Dabei stellte ich das Ausmünden zahlreicher Schichten fest. Von Anbeginn an setzte mich die Verteilung der Kunstobjekte in diesen Ablagerungen in Erstaunen. Die unteren Schichten enthielten nur Schnitzwerke (des sculptures), die oberen waren sehr reich an Ritzwerken (en gravures) und schlossen nur spärliche Skulpturen ein, die übrigens besondere Merkmale trugen, die ausgeprägt genug waren, um sie von denen der unteren Ablagerungen zu unterscheiden. Daraus ergeben sich zwei große, in der Entwicklung der schönen Künste begründete Abteilungen: die Skulpturschicht und die Gravurschicht.

Es wäre unbesonnen gewesen, nach Untersuchung einer einzigen Höhle derartige Resultate zu verallgemeinern. Zudem hatte ich viele andere Tatsachen entdeckt, deren Bestätigung durch neue Ausgrabungen abzuwarten blieb. So setzte ich die Hacke nacheinander in den Höhlen von Lorthet, Espélungues d'Arudy, Maz-d'Azil, Brassempouy ein und besuchte auch viele andere Stationen. Überall stieß ich auf dieselben Schichten und dieselbe Schichtenfolge. Überall stellte ich fest, daß die Skulpturschicht und die Gravurstufe eine unveränderliche Zusammensetzung haben. Die erste enthält zwei Lagen: die der Rundreliefschnitzereien und die der Flachreliefskulpturen (en ronde bosse, en bas relief); die zweite gliedert sich in drei Lagen: die der Gravüren mit beschnittenen Rändern, die der einfachen Gravierungen ohne Harpunen oder mit sehr wenig Harpunen, und endlich die der einfachen Gravierungen und Harpunen aus Renntiergeweih.*)

Aufs peinlichste bemüht, die Fundgegenstände der einzelnen Schichten auseinanderzuhalten, getrennt aufzubewahren und dann schichtweise zu vergleichen, hat Piette seine nach Art des Geologen unternommene Gliederung der die Kunstwerke enthaltenden Schichten sich immer wieder bestätigen sehen. Da ließ sich deutlich erkennen, in welcher Lage ein Werkzeug zuerst aufgetreten war, in welcher anderen Schicht es sich vervollkommnet hatte, in welcher Lage der Wechsel des Materials auch einen Wechsel der Form herbeigeführt hatte, und wo es endlich aufhörte zu erscheinen, verdrängt von für den Zweck geeigneteren Instrumenten.

Vielfach hatte man bisher angenommen, daß die Schnitzkunst, weil eine vollkommenere Kunstform als die Ritzkunst, nach dieser hätte entstehen müssen, und hatte die schönen Statuetten aus der Renntierperiode als die letzten Offenbarungen der glyptischen Kunst angesehen. Bei einiger Überlegung hätte man a priori, auch ohne die Ausgrabungen, auf das Gegenteil kommen müssen. Als der Mensch die geniale Idee hatte, ein geliebtes Wesen darzustellen, mußte er sich bemühen, ein der Wirklichkeit entsprechendes Werk, das man von allen Seiten betrachten und erkennen konnte, zu schaffen, nicht eine Gravierung. Die letztere, besonders in der von den glyptischen Künstlern beliebten Ausführungsweise, ohne Schraffierung und Schatten zur Andeutung der Erhabenheiten und der umgebenden Partien, ist ein einfacher Abriß, auf den der Mensch erst sehr allmählich kommen konnte, die natürliche, ursprüngliche Kunstform ist das nicht.

Zwischen diesen beiden voneinander grundverschiedenen Kunstweisen, der Skulptur und der Gravierung, bestehen zahlreiche Zwischen- und Bindeglieder, und das Studium der aufeinander folgenden Schichten macht uns damit bekannt, wie und weshalb dieser Wandel vor sich ging.

In der Schicht der Hochreliefs gibt es keine Gravüren; aber um das Fell und die rauhe Behaarung auf den Bildchen herauszubringen, haben schon die Schnitzer sich des Verfahrens bedient, das später die Graveure allgemein anwandten: sie haben sie mit leichten, mittels einer Spitze eingeritzten Linien ausgedrückt, und dieses Verfahren mußte, allgemeiner werdend, zur Graviertechnik führen.



Kopf eines wiehernden Pferdes.

Während die Künstler der Niederungen sich als Schnitzmaterial des Elfenbeins der Mammute bedienten, die in großer Zahl in den bewaldeten Tälern weideten, haben die Leute der waldentblößten Hochplateaus und der Gebirgsgegenden, wo der Elefant selten und das Renntier im Überfluß vertreten war, ihre Schnitzereien meistens in Renntierhorn ausgeführt. Die größere oder geringere Abplattung des Renntiergeweihs war bei der Ausführung von Rundreliefs hinderlich. Das darzustellende Wesen geriet fast immer zu schmal. Von vorn gesehen, entsprach die Statuette nicht der Wirklichkeit. Die Schnitzer erkannten diesen Fehler wohl, konnten ihn aber nicht abstellen und beschränkten sich deshalb allmählich auf Darstellungen, die darauf berechnet waren, von der Seite gesehen zu werden. Sie befleißigten sich, sie für diesen Anblick genau zu machen, und von da ab waren die Statuetten aus Renntierhorn eigentlich nur noch zwei aneinandergefügte Reliefs. War das vordere derselben ausgeführt, so brauchte man sich bei Ausarbeitung der Hinterseite um die vordere nicht zu kümmern. Warum da überhaupt noch Vollbilder arbeiten? Sie entwöhnten sich, beide Seiten auszuführen, meißelten nur noch eine und — hatten das Basrelief erfunden, für welches gerade das Renntierhorn mit seiner ziemlich harten, aber nicht allzu dicken Hornschicht geeignet ist.

Inzwischen war gegenüber der realistischen Schnitzkunst der älteren naiven Periode, wie sie sich

*) Die Arbeitsweise der gravures à contours découpés erläutert Piette anderorts so: Der Künstler führte auf einem Schulterblatt- oder einem andern dünnen Knochenbruchstücke eine Gravierung aus; dann schnitt er alle Knochenpartien, welche die Umrisse des gravierten Tieres überragten, weg. Die so hergestellten Objekte waren gewöhnlich Pferdeköpfe und ähnliches.



z. B. in den Statuetten von Brassempouy (Venus von Br.) darstellt, ein Fortschritt in der Tierdarstellung gemacht worden. Man übertrieb, um das Tier aus der Ferne recht kenntlich zu machen, gewisse Linien und Verhältnisse, wofür der Kopf des wiehernden Pferdes von Maz-d'Azil ein vortreffliches Beispiel ist. In Hochrelief scheinen die Künstler der glyptischen Periode wenig gearbeitet zu haben; die Basreliefs sind weit zahlreicher. Sie setzen sich auch durch die Schicht mit den am Rande beschnittenen Gravierungen und durch die über ihr lagernden bis zum Ende der pleistozänen Zeiten fort. Die Gravierung mit beschnittenen Rändern scheint als Übergangsform nur eine Zeitlang Mode gewesen zu sein. Mit ihr zugleich tritt schon vereinzelt die einfache



Steinzeitliches Skizzenbuch.

Gravierung auf, die schließlich alle anderen Formen der Kunstübung verdrängt.

Unter den dargestellten Tieren möchte kaum eines der damals lebenden nicht vertreten sein. Nicht nur alle jagdbaren Tiere, unter denen Renntier, Hirsch, Pferd, große Rinderarten, Antilopen, wie die Saiga, eine Rolle spielen, sind in zahlreichen Schnitzereien und Ritzwerken dargestellt, auch seltenere oder als Jagdtiere nicht so geschätzte finden sich, z. B. das Nashorn, die Gemse, der Schwan, die Gans, die Schlange, oder Raubtiere, wie der Wolf, der Fuchs, der Bär, alle in so deutlicher Ausprägung, daß man selten einen Augenblick zweifelhaft ist. Fast alle zeigen sie Leben, Bewegung, es fehlt nicht an besonderen Momenten, wie bei dem auf die Vorderknie gestürzten, anscheinend sterbenden Renn oder bei den einen mit springenden Lachsen erfüllten Fluß überschreitenden Renntieren.

Auf einigen Stücken finden sich, neben den Gravierungen sowie allein, schriftähnliche Zeichen eingegraben, die teilweise eine Ähnlichkeit mit phönizischen, griechischen und auch Runen-Schriftzeichen haben. Wenn wir sie auch nicht deuten können, so beweisen sie doch zusammen mit späteren prähistorischen Inschriften aus denselben Gegenden, daß die menschliche Überlieferung von den Zeiten des Mostérien bis auf unsere Tage nicht abgerissen ist.

Den bisher von französischen Forschern aufgestellten Gliederungen des Renntierzeitalters (der älteren Steinzeit für uns) stellt Ed. Piette auf Grund seiner Funde eine neue an die Seite, die natürlich nicht ohne Anfechtung bleiben wird. Die unterste Epoche bezeichnet er wie Cartet und Christy und wie de Mortillet als Mostérienne (Moustérienne); über ihr lagert sein glyptisches Zeitalter, das sich in die Skulpturepoche (Papalienne), entsprechend dem Solutréenne Mortillets, und in die Gravürepoche (Gourdanienne), entsprechend de Mortillets Magdalénienne, gliedert. Beiden Epochen zusammen entspricht die Epoche von la Madelaine und Laugerie haute bei Cartet und Christy. Die Gliederung des Papalienne in die Schicht des Rundreliefs und die des Basreliefs, des Gourdanienne in die Schichten der Gravierungen mit beschnittenen Umrissen, ohne oder mit nur wenig Harpunen und der Gravüren und Harpunen aus Renntierhorn ist schon eingangs berührt.

Die Frage, ob sich diese Einteilung auch außerhalb Aquitaniens, der klassischen Fundstätte der glyptischen Periode, bewährt, scheint durch eine Abhandlung Dr. O. Schoetensacks für die Schweiz und die anstoßenden Gebiete Frankreichs in bejahendem Sinne beantwortet zu werden. Die in dieser Arbeit „Über die Kunst der Thaynger Höhlenbewohner" vorgenommene Untersuchung*) ergibt, daß wir es im Schweizersbild ausschließlich, in der Thaynger Höhle hauptsächlich mit der gravierten Umrißzeichnung zu tun haben. In Thayngen wurde diese Kunstart viel ausgeübt und stand, wie das weidende Renntier, die Wildpferde und die übrigen einfachen lebenswahren Tierdarstellungen beweisen, in höchster Blüte. Die hinter ihnen ziemlich weit zurückstehenden Arbeiten des Steinzeitmenschen vom Schweizersbild weisen nach Analogie der französischen Funde darauf hin, daß wir hier die Ausgangsphase der glyptischen Periode vor uns haben. Reliefbildnerei, die in Thayngen wenigstens noch in einigen Exemplaren, worunter der sogenannte Moschusochse, vorhanden ist, ist am Schweizersbild gar nicht mehr vertreten. Aber auch der Paläolithiker von Thayngen stand in der plastischen Wiedergabe der Naturwesen nicht mehr auf der Höhe; eine auf Renngeweihsprosse eingravierte Tierzeichnung, die den Schein der Rundplastik erwecken möchte, zeigt die Unfähigkeit, eine solche Aufgabe noch zu lösen. — Dagegen leistete der Thaynger Höhlenbewohner in der die Waffen und Geräte betreffenden Schnitzkunst Ausgezeichnetes. Hier finden wir die von Piette zu seiner Klassifikation benützten, mit zahlreichen Widerhaken versehenen Harpunen, hier auch die von Dr. Schoetensack als Fibeln oder Gewandhalter erkannten durchlochten Zierstäbe wieder. Die Kunst der Urschweizer läßt sich also dem Gourdanienne, und zwar der assise de la gravure et des harpons en bois de renne einreihen.

---

*) Denkschriften der Schweiz. Naturf.-Gesellsch., Bd. 39, II. Hälfte; auch als Separatabzug, 1904.



Fast von dem Moment an, da die Entdeckung der Schnitzereien und Wandmalereien aus der Renntierepoche uns diese Paläolithiker auf einer bis dahin nicht geahnten Kulturstufe zeigte, tauchte die Frage auf, ob nicht die Menschen der älteren Steinzeit schon religiöser Vorstellungen und Ideen fähig gewesen seien. Durch die Tierzeichnungen sah sich schon vor dreißig Jahren ein belgischer Forscher an die auch zum Teil aus Tieren bestehenden Stammessymbole oder „Totems" der nordamerikanischen Indianer erinnert.

Salomon Reinach*) spricht angesichts der Tatsache, daß die Höhlenzeichnungen ausschließlich Beutetiere der Jäger und Fischer, niemals aber die großen Katzen oder andere Fleischfresser jener Zeit darstellen, die Vermutung aus, daß die Höhlenbewohner jene Skulpturen nicht zu ihrem Vergnügen oder ihrer Unterhaltung darstellten, sondern im Banne der Idee, daß das Bild eines Wesens oder Gegenstandes dem Besitzer Macht und Einfluß magischer Art über das Dargestellte verleihe. Die Magie war stets die Vorgängerin der Religionen. Daß primitive Gemüter, die „Wilden", dem Bilde ebenso wie der Beschwörung einen magischen Einfluß auf das abgebildete Wesen zuschreiben, läßt sich an vielen Beispielen aus der Gegenwart, besonders an den Australiern, dartun. Reinach schließt seinen Aufsatz über „Kunst und Magie mit Rücksicht auf die Malereien und das Schnitzwerk des Renntierzeitalters" mit folgenden Sätzen:

„In dieser mystischen Idee der Beschwörung durch Bild und Relief, die der Beschwörung durch das Wort gleichwertig ist, muß man den Ursprung der Kunstentwicklung im Renntierzeitalter suchen.

Diese Kunst war also nicht das, was die Kunst für zivilisierte Völker ist, ein Luxus oder ein Spiel, sie war vielmehr der Ausdruck einer sehr groben, aber sehr tiefsitzenden Religion, welche aus magischen Zeremonien bestand und einzig und allein die Erwerbung der täglichen Nahrung bezweckte. Ein Bild, eine Schnitzerei, welche eßbare Tiere darstellt, sicherte den Erfolg der Jagd und des Fischfangs, nicht weniger gut als Harpunen und Spieße. Ebensowenig wie die heutigen Australier wußten jene Menschen der Religion einen von der unmittelbaren Befriedigung des physischen Daseins unterschiedenen Endzweck zu geben; sie befanden sich noch auf der Stufe, wo die Menschheit Götter verschmäht und keine höheren Mächte zwischen sich und die Natur schiebt, weil sie glaubt, die Natur unmittelbar beherrschen und, soweit ihre Bedürfnisse es erfordern, durch Gewalt oder Magie unterjochen zu können.

„Wenn diese Ausführungen richtig sind, so sieht man, daß die Gelehrten aus zwei entgegengesetzten Feldlagern gleicherweise im Irrtum gewesen sind, sowohl die, welche glaubten, die Höhlenbewohner hätten keine Spur von religiösen Vorstellungen, als auch die, welche ihnen einen Anfang des Sonnendienstes mit Symbolen und Amuletten zuschrieben. Der Geisteszustand der Höhlenmenschen, den wir uns an dem der Aruntasaustralier veranschaulichen können, schwang sich weder zu einem Gottesbewußtsein — dem Wesentlichen jeder modernen Religion — noch zu einem Gestirndienst auf, wie er einem ackerbautreibenden Volke zukommt. Die Aruntas halten die Sonne für ein Weib, das sich jede Nacht auf der Erde zur Ruhe legt, aber sie stellen sie nicht durch einen Kreis dar, richten auch nicht Gebete an sie. Obwohl diese Frage noch dunkel ist, scheint es doch, als ob die vorgeschrittensten Primitiven die Himmelskörper als Tiere oder Menschen betrachten und sich nur langsam zur Anerkennung ihrer Wesensüberlegenheit und der Abhängigkeit der organischen Welt von ihnen erheben."

*) L'Anthropologie, Bd. XIV (1903), Nr. 2.



Weidendes Renntier vom Keßlerloch.

In einem Aufsatz „Die Religion im Zeitalter des Renntiers" unterzieht Ch. Lejeune*) die Ansichten Reinachs einer Besprechung. Er ist größtenteils mit ihnen einverstanden, findet aber, daß sie nicht alles erklären. Wenn der Zweck der Malereien und Schnitzereien die Herbeischaffung des Wildes war, weshalb haben wir denn unter den Skulpturen eine Anzahl von Menschendarstellungen, die man so nicht auf Grottenwänden findet. Daß der Mensch primitiven Stämmen als Totem**) gedient habe, ist auch noch nicht festgestellt. Diese Punkte bedürften also weiterer Aufklärung.

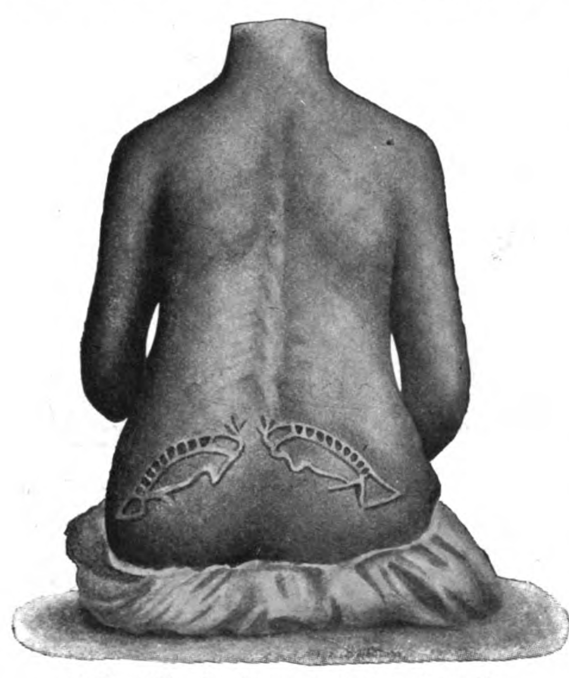
Wenn auch der Sonnenkult besonders bei ackerbauenden Völkern blüht, so ist nicht minder sicher, daß der Sternendienst bei den Hirtenvölkern in hoher Ehre stand und nichts hindert, daß er schon bei Jäger- und Fischerstämmen aufgetreten sei. Tier und Mensch werden von den Jahreszeiten und den Temperaturschwankungen sehr stark beeinflußt, und es gibt keinen Jäger und keinen Fischer, der sich nicht davon Rechenschaft geben müßte, um die Gewohnheiten der Tiere kennen zu lernen und sich ihrer zu bemächtigen.

*) Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, 1903, Nr. 6.

**) Als Totem bezeichnet der nordamerikanische Indianer sein Stammsymbol, meistens ein Tier, seltener eine Pflanze, deren Bilder früher in der Regel tätowiert am Körper getragen wurden. Vom Totem als ihrem Schutzgeist leiten die Stämme auch ihren Ursprung ab. Totemismus findet sich auch bei den Australiern, Ozeaniern und einigen Stämmen Afrikas.

Es ist zwar nicht bewiesen, daß die in der Mitte durchbohrten, bisweilen mit Strahlenlinien verzierten Knochenscheiben aus dem Magdalenien die Darstellung einer Sonnengottheit sind, wie Piette behauptet; aber ebensowenig erwiesen ist, daß die zahlreichen Hänger derselben Epoche, durchbohrte Zähne und Muscheln, einzig und allein als Schmuck getragen sind und nicht als Amulett gedient haben, wie Mortillet versichert. Gibt's denn nicht heute noch, sowohl bei Wilden wie bei Kulturmenschen, zahllose Amulette, unter denen man auch durchbohrte Zähne und Muscheln wiederfindet?

Alle primitiven Menschen sind dazu gelangt, den Dingen und den Wesen eine der ihrigen entsprechende Persönlichkeit und Lebensweise zuzuschreiben; aber es bedurfte keiner großen Anstrengung für sie, um angesichts der Naturkräfte ihre Abhängigkeit zu fühlen. Einmal entstanden, mußte die Beseelung aller Wesen durch den Menschen, der Animismus, schnell zur Magie führen, die nichts anderes als die Beherrschung der Seelen durch Zeremonien oder Formeln ist.


Auf dem Rücken eines Mannes eingeschnittenes Totemzeichen.

Totembilder, um die man tanzt und religiöse Gesänge aufführt, um ein bestimmtes Resultat zu erlangen, das ist schon organisierte Religion und bildet den Grundzug aller Religionsübungen bis auf den heutigen Tag — wenngleich in veränderter Form.

Wenn der Animismus, die Naturbeseelung, schon in der Renntierzeit existierte, so schiebt das die Existenz der Religion noch weiter zurück, da der Anthropismus, d. h. das Streben, die Wesen und Dinge mit tierischen und menschlichen Fähigkeiten auszustatten, dem Animismus noch vorausgeht, während letzterer den Übergang zum Anthropomorphismus bildet, der sich die Götter in menschlicher Gestalt, mit menschlichen Trieben und Verstandeskräften vorstellt.

So dürften, da diese verwirrten und dunklen Vorstellungen noch viel weiter in die Vorzeit zurückreichen, nach Lejeunes Ansicht sogar die Menschen von Chelle und Moustier nicht ohne religiöses Gefühl gewesen sein.

Aber auch diese primitiven religiösen Regungen und Vorstellungen hätten den Urmenschen wohl allein nicht zur Nachahmung der Naturobjekte in Zeichnungen und plastischer Darstellung geführt, hätte die Natur selbst ihm nicht in zufälligen Bildungen, Naturspielen, Vorbilder an die Hand gegeben. Wie oft regt uns heute ein Stein, ein Felsvorsprung, ein Astknorren und ähnliches zu Vergleichen mit lebenden Wesen, Vögeln, Pferde- und Hundeköpfen u. s. w. an. Die Ausgestaltung und Ausfeilung solcher Naturspiele mag ganz am Anfang der Kunstübung gestanden haben, anscheinend sind in den Höhlenfunden keine Reste von Steinen, die eine Bearbeitung in dieser Richtung aufweisen, gefunden.

Dagegen sind in Ägypten, allerdings aus einer späteren Epoche, aus Feuerstein geschlagene Tierbilder erhalten, die man als eine technisch höchst vervollkommnete Fortsetzung jener allerersten, nur auf Benützung vorgefundener Naturspiele beruhenden Skulptur ansehen könnte. „Man darf" — sagt Prof. Schweinfurth*) bei Besprechung dieser Kieselartefakte — „der Annahme huldigen, daß solche skulpturelle Leistungen nur ermöglicht waren infolge uralter, lange Jahrhunderte hindurch bewährter Übung von Fleiß und Sorgfalt in der hohen Schule der Kieselschlagkunst." Prof. Schweinfurth erklärt die drei im Museum der ägyptischen Altertümer zu Berlin befindlichen Prachtstücke, die er mit der Hauptbeschäftigung der frühzeitigen Nilanwohner, der Jagd, in Verbindung bringt, für eine Kuhantilope, einen Steinbock und ein Mähnenschaf. Da das Gehörn der Antilopen und Rinder sich für die plastische und reliefartige Darstellung ebenso wenig wie für Gravierungen eignet, Mammut und Renn dem Altägypter aber nicht zu Gebote standen, so ist es erklärlich, daß die Kieseltechnik hier die von Schweinfurth beschriebene hohe Ausbildung fand, während sie in Mitteleuropa nur für Waffen und Werkzeuge in Anwendung blieb, in der Kunst aber durch das bessere Material verdrängt wurde.

Vom Eolithen zum Hünengrab.

„Da wurden ihre Augen aufgetan", kann es hinsichtlich der Entdeckung der ältesten Werkzeuge des europäischen Menschen, der sog. Eolithen, heißen. Einmal erkannt, werden sie jetzt als Zeugen einer dem Paläolithikum (der Zeit der behauenen Steinwerkzeuge) vorausgehenden langen, der Tertiärperiode angehörenden Kulturstufe überall entdeckt. Für das große Interesse, das diese Entdeckung weitesten Kreisen einflößt, spricht z. B. die Reise, die der bekannte Maler Prof. Eugen Bracht in den Pfingsttagen 1903 zu den von A. Rutot in Brüssel geschilderten flandrischen Fundstätten von Eolithen unternahm, eine Wallfahrt, die dem Schöp-

*) Die Umschau, VII. Jahrg., Nr. 41.

fer des „Hünengrabs auf der Heide“ und ähnlicher an die graue Vorzeit gemahnender Moor- und Heidebilder gar wohl ansteht (Zeitschr. für Ethnol., 33. Jahrg. 1903, S. 823).

Da die Eolithenfrage im II. Jahrbuch, das auch sehr instruktive Abbildungen dieser Urwerkzeuge bringt, eingehend behandelt ist (S. 280), so bedarf es hier nur einiger Ergänzungen. E. Friedel, der schon im Jahre 1865 bei Wostewitz auf Rügen südlich von Sagard einen eolithischen Feuersteinknollen entdeckte — damals allerdings ohne das Stück chronologisch und historisch unterbringen zu können — ist überzeugt, daß der Nachweis noch anderer Eolithe auf Rügen, welche Insel für den Norden Deutschlands den ältesten Sitz des Urmenschen bedeute, ferner der Nachweis von Eolithen in Mecklenburg, Holstein u. s. w. nicht lange mehr auf sich warten lassen werde. Ihrer Entstehung nach dem Tertiär angehörend, kommen die Eolithe noch im Altalluvium vor und verschwinden dort allmählich vor der verbesserten Kultur, ebenso wie sich die paläolithischen Geräte, obwohl zweifellos dem Diluvium ihre eigentliche Entstehung verdankend, sich, vom Standpunkte der Kultur betrachtet, bis in das Alt-Alluvium (älteste neolithische Steinzeit) hineinziehen.

Die von Hauptlehrer Rietz bei Freyenstein in der Priegnitz gesammelten Eolithe scheinen Geheimrat Friedel, der sich durch jahrzehntelange Beschäftigung mit den Erzeugnissen der Steinzeit einen außerordentlich scharfen Blick für die Technik der Urzeit und ihre Erzeugnisse erworben, meistenteils vom Urmenschen benutzt zu sein und von ihm ihre charakteristische Abnutzung erhalten zu haben. Unter diesen Eolithen sind keine Waffen, desgleichen ist der Eolith von Wostewitz nur ein Werkzeug. Auch unter den belgischen, englischen und französischen Eolithen fehlen Waffenstücke gänzlich. Der in die Faust passende Feuerstein wurde einfach genommen, wie er dalag, und damit wurde losgewirtschaftet; höchstens wo Auswüchse und Ecken des Knollens in der bequemen Handhabung hinderten, hat der Urmensch diese abgeschlagen; im übrigen sind die Absplitterungen und Abreibungen an den Eolithen nur durch den Arbeitsgebrauch, nicht wie bei den späteren Steingeräten durch Behauen und Schleifen, entstanden.*)

Daß übrigens der Mensch ursprünglich überall mit diesen aus der Hand der Natur unmittelbar hervorgegangenen Werkzeugen gearbeitet, beweisen nicht nur die von Prof. Schweinfurth und Prof. v. Luschan in Ägypten gemachten Funde, sondern auch die von Dr. Nötling (Kalkutta) schon 1896 im Pliozän von Birma, d. h. im Tertiär eingebettet gefundenen Feuersteinsplitter und Hohlschaber, deren Zeitbestimmung durch dabei gefundene Reste vom Hipparion, dem mehrzehigen Vorläufer der diluvialen Wildpferde, ermöglicht wurde.

Aber — das alles erfreut uns nicht so, wie uns ein einziger Rest, Hand, Fuß oder Schädel, des Tertiärmenschen erfreuen würde. Doch zum Teufel ist der Spiritus, der Geist, der sich des Eoliths geschickt und kräftig zu bedienen wußte, und wer weiß, ob wir jemals noch eine Spur von seinen körperlichen Reliquien erwischen werden. Die Warrnambul-Spuren in Australien (s. Jahrb. II, S. 289), auf Grund derer man den frühdiluvialen oder spättertiären Australier konstatieren möchte, werden viel angefochten (s. S. 251). Sie könnten durch das Niederhocken eines Wilden im Sande hervorgebracht sein, wie es unten dargestellt ist. Als weiteren Beweis für die spättertiäre oder frühdiluviale Anwesenheit des Menschen in Australien führt M. Alsberg*) zwei menschliche fossile Backenzähne an, deren Fundschicht durch die in ihr enthaltenen fossilen Reste ausgestorbener Beutel-



Papua von Waiguna in charakteristischer Hockerstellung.

tiere als pliozän oder pleistozän (jüngsttertiär) gekennzeichnet ist. Es liegt nach ihm keinerlei Bedenken vor, diese Zähne als vollgültigen Beweis für die Existenz des Menschen auf australischem Boden vor der eigentlichen Diluvialzeit zu betrachten. Hoffentlich entscheiden die Untersuchungen des noch in Australien weilenden Prof. Klaatsch alle diese Zweifel und Streitfragen.

Vor seiner Abreise nach dem jüngsten Kontinent hat Prof. H. Klaatsch noch dem ältesten Engländer einen Besuch abgestattet und ihm die Ehre einer ausführlichen Untersuchung und Beschreibung zu Teil werden lassen. Es ist das Skelett von Galley-Hill unweit der Themsemündung, das bereits im Jahre 1888 gefunden, aber in Deutschland fast unbekannt geblieben, in Frankreich sogar sehr in Mißkredit geraten war. Etwa 10 Fuß unter der Oberfläche hatte es zusammen mit schönen paläolithischen

*) Brandenburgia, XII. Jahrg. (1903/04), S. 331 u. 354 ff.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 7, Nr. 16 (Dr. B. Hagen.)



Abdrücke (Spuren des Menschen?) im australischen Dünenkalk.

Instrumenten geschlummert, bis ein eifriger Sammler der letzteren, Mr. Elliott in London, den Schatz entdeckte und hob. Prof. Klaatsch ist voll Anerkennung der Bereitwilligkeit, mit der Elliot ihm die eingehendste Untersuchung des erst einmal beschriebenen Fundes gestattete, und legt seine Beobachtungen darüber nebst denen über die südenglischen Eolithen in einer schönen Abhandlung „Bericht über einen anthropologischen Streifzug nach London und auf das Plateau von Süd-England" nieder.*)

Das Galley-Hill-Skelett führt uns eine seltsame, heute kaum in gleicher Weise zu findende Verknüpfung von Merkmalen vor, nämlich eine kleine untersetzte Statur mit kurzen Gliedmaßen, verbunden mit stark ausgeprägter Langschädligkeit (Dolichozephalie). Obwohl nicht vom Neandertaltypus, ist es doch mit großer Wahrscheinlichkeit als paläolithisch zu bezeichnen, es braucht sogar keineswegs jünger als das des Neandertalers zu sein. Man muß also annehmen, daß in den älteren paläolithischen Perioden bereits sehr verschiedene Menschenrassen nebeneinander existiert haben. Der Schädel von Galley-Hill hat große Ähnlichkeit mit einem im Jahre 1891 in Brünn zusammen mit Knochenresten des Mammuts und Nashorns (Rhinoceros tichorhinus) gefundenen Schädel; beide sind von einer enormen Länge und sehr geringer Breite (Index, d. h. Verhältnis von Länge (100) zu Breite bei Galley-Hill etwa 64, Brünn 65·7). Zudem stammen beide von männlichen Personen mittleren Alters, sind also zum Vergleich besonders geeignet. Nicht nur hinsichtlich der Zähne, sondern auch in der ganzen Gestaltung des Kiefers, der nichts mit der robusten Beschaffenheit der Objekte von Spy, Schipka, Krapina u. s. w. zu tun hat und sich durch ein stark hervorspringendes Kinn auszeichnet, herrscht weitgehende Übereinstimmung, die vielleicht durch den noch ausstehenden Vergleich der erhaltenen übrigen Skeletteile Bestätigung finden wird.

Mit einem Angehörigen derselben Rasse haben wir es vielleicht bei dem Schädelfund zu tun, der im Mai 1902 bei dem Gute Woisek in Livland gemacht wurde. Hier fand, wie L. Wilser berichtet,*) ein Bauer das auf dem Rücken ausgestreckt liegende, mit drei Reihen schwerer Steine bedeckte Skelett etwa $1^1/_2$ Fuß unter dem Erdboden; unweit der linken Schulter lag ein paläolithisches Messer aus geschlagenem Feuerstein, neben der rechten eine Handvoll Kohlen, sonst keinerlei Beigaben. Der Schädel — von den übrigen Knochen blieb leider nichts erhalten — ist ebenfalls stark dolichozephal (Index 67), der Unterkiefer allerdings ungewöhnlich kräftig, mit wenig hervortretendem Kinne. Wilser möchte diesen Schädel, wie die beiden von Galley-Hill und Brünn, Angehörigen der alten Mittelmeerrasse (Homo mediterraneus var. prisca) zuschreiben. „Das Vorkommen dieser ausgesprochen langköpfigen, mittelgroßen und, nach ihren heute in Südeuropa lebenden Vertretern zu schließen, schwarzhaarigen Rasse der älteren Steinzeit im Norden und Osten unseres Weltteils ist für die Rassengeschichte von Wichtigkeit; sie scheint von später nachrückenden, leiblich und geistig höher entwickelten Rassen (Homo priscus und H. europaeus) zwar größtenteils nach Süden zurückgedrängt worden zu sein, in der Rassenmischung der Liven, Esthen, Karelier, Wozulen jedoch auch im Nordosten, wie in der der Iren im Nordwesten noch fortzuleben."

Was die Forschungen der letzten Jahre über das körperliche Aussehen des paläolithischen Menschen beigebracht haben, hat Prof. H. Klaatsch in der ihm eigenen übersichtlichen Weise, vermehrt durch die Ergebnisse seiner eigenen jüngsten Untersuchungen, in einer reich illustrierten Abhandlung*) zusammengefaßt, die neben den Schädelresten auch die übrigen Skeletteile berücksichtigt. Von besonderem, allgemeinem Interesse ist der Schlußabschnitt, in dem er seine Ansichten über die Probleme der Abstammung und Rassengliederung der Menschheit darlegt.

Drei Fragen rufen besonders laut nach Antwort: in welcher Zeit des Tertiärs die Ausprägung der spezifisch menschlichen Merkmale an dem gemeinsamen Primatenahnen des Menschen und der Menschenaffen stattgefunden habe, an welcher Gegend der Erdoberfläche diese Menschwerdung erfolgt sei und welche Faktoren dabei mitgewirkt haben. Nach den in den letzten Jahren erfolgten Fortschritten der Wis-

*) Zeitschrift für Ethnologie 1903, Heft 6.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 19.

**) Die Fortschritte der Lehre von den fossilen Knochenresten des Menschen in den Jahren 1900—1903. Sonder-Abdruck aus: Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, Bd. XII. Wiesbaden 1903

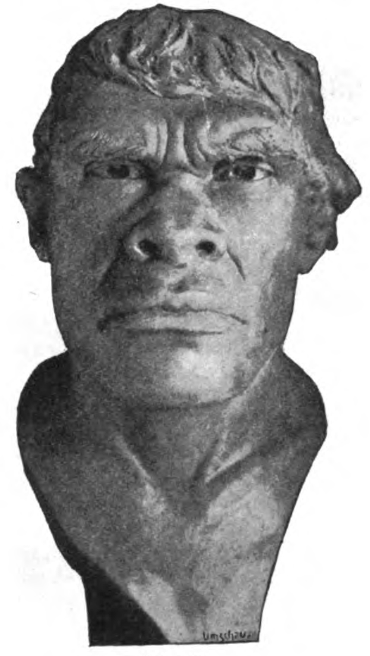
senschaft läßt sich das Licht wenigstens schon in der Ferne ahnen.

Offenbar ist das Alter des Menschengeschlechts bisher fast allgemein viel zu gering angesetzt worden. Nur solange man an die Möglichkeit dachte, den Menschen von einem miozänen oder pliozänen Affen herzuleiten, konnte die spättertiäre Ausbildung unseres Geschlechtes verteidigt werden. Auf das frühe Tertiär als die Zeit der Abzweigung des Menschen vom Primatenstamme drängen außerdem zwei Punkte seiner Organisation hin. Einmal die Beschaffenheit seiner Hand: sie besitzt denselben Greifapparat, der noch im Eozän, dem frühesten Tertiär, einer großen Anzahl von Ahnen der jetzigen Säugetiere zukam, später aber fast allgemein rückgebildet wurde. Auch das Menschengebiß weist primitive Merkmale auf, und gerade aus dieser eigenartigen Kombination uralter, eozäner Eigenart mit jüngeren, hochentwickelten Eigenschaften geht die bevorzugte Stellung des Menschengeschlechts hervor.

Was den Ort der Menschwerdung anbetrifft, so ist es nicht wahrscheinlich, daß der Kontinent, auf dem die Menschwerdung sich vollzog, als solcher noch existiert. Er kann daher nicht im eigentlichen, sondern nur in dem Sinne weitergesucht werden, wie sich die tiergeographischen Verhältnisse der Gegenwart aus denen des Tertiärs ableiten lassen. Der Blick richtet sich dabei auf die untergegangenen Ländermassen der südlichen Ozeane, durch den Pithekanthropus-Fund (Java) nach einer bestimmten Richtung gezogen. Als jedoch Schoetensack die Hypothese aufstellte, Australien habe die Umwandlung des Primatenverfahren zum Menschen geschaut (s. Jahrb. I, S. 250), hatte die Anerkennung der Eolithen noch nicht zu der Erkenntnis geführt, daß der Mensch schon viel früher, als die Hypothese annahm, eine weite Verbreitung von seinem Entstehungszentrum aus gewonnen habe.

Von Wert bleibt Schoetensacks Hypothese trotzdem, nicht nur wegen der Anregung zum Vergleich der Australier und Tasmanierreste mit den europäischen Urzeitresten, sondern auch weil sie einige Aufklärungen über die äußeren Bedingungen der Menschwerdung anbahnt. Noch immer läßt sich für die Erklärung der Eigenart des Menschenfußes keine andere Annahme als die, daß er sich beim Erklettern von Bäumen nach Australierweise durch Aufstützen und Abwickeln des Fußrandes am Baumstamm gebildet habe, rechtfertigen. Die Kletterhaltung dabei mit dem starken Zurückbiegen des Rumpfes kann auf die Haltung der Wirbelsäule und die Verstärkung gewisser Muskelgruppen (Gesäß, Wade) gewirkt haben. Die verschiedenen Schädelformen müssen, die einheitliche, aus einem Stamme hervorgehende Abstammung des Menschen vorausgesetzt, sich alle aus einer Urform entwickelt haben, als welche aber keine der jetzt nebeneinander existierenden gelten kann: es dürfte eine niedrige, zwischen Lang- und Kurzköpfigkeit stehende (mesozephale) Schädelkapsel mit bedeutendem Augenbrauenvorbau gewesen sein. An Momenten, welche die erstmalige Schädelform verändert, länger oder breiter, runder gemacht haben könnten, kennt man bis jetzt kaum etwas Sicheres.

So können wir also schon in dem Menschen der älteren Steinzeit keine einheitliche Rasse mehr sehen, und wenn der amerikanische Anthropologe Hyatt Mayer auf Grund der vorgeschichtlichen Funde ein Bild des paläolithischen Menschen rekonstruiert hat, so mögen wir uns des Ahn-



Von vorn.



Von der Seite.

Der Mensch der ältesten Steinzeit.

herrn freuen, ohne doch anzunehmen, daß gerade der Neandertaler oder der Galley-Hill-Mensch genau so ausgesehen habe.

In welcher Weise sich aus den Rassen der Vergangenheit die Bevölkerung eines Landes zusammenbaut und wie sich in ihr die alten Rassen widerspiegeln, erörtert der Vizepräsident des anthropologischen Instituts von Großbritannien Dr. John Beddoe in einem Aufsatz über „Die Rassengeschichte der britischen Inseln."*) Die ältesten Zustände des Menschen sind auch hier, wie in anderen Ländern, in tiefes Dunkel gehüllt. Von den Menschen der paläolithischen Epoche, welche die jetzt ausgestorbenen Tiere einst mit ihren rohen Waffen jagten, haben wir keine sicheren Kenntnisse; der Galley-Hill-Mensch hat wohl zu ihnen gehört. Daß sie untergingen oder auswanderten, ist nach Dr. Beddoes Ansicht weder bewiesen noch wahrscheinlich. Es gab vielmehr zwei oder drei ursprüngliche paläolithische Typen, die noch heute hin und wieder auftauchen. Einer von ihnen, mit deutlich mongoloidem Charakter wird in Wales, manchmal auch in anderen Gebieten gefunden, herrscht in der Bevölkerung der Bretagne stark vor und besitzt in der Physiognomie große Ähnlichkeit mit den Bewohnern Lapplands und des Himalaja. Von Gestalt sind die zu ihm gehörenden Briten klein, dick und schwerfällig; die Farbe ihrer Haut und ihrer Augen ist dunkel. — Anders ist der heute noch in Irland häufig vertretene Riverbed-Typus, mit an sich langem, niedrigem und hinten breit entwickeltem Schädel, beschaffen. Er muß aus sehr frühen Zeiten stammen, gleicht dem gewöhnlichen neolithischen Typus nur wenig und zeigt bei seinen jetzigen Angehörigen eine große Statur und ein sehr oft rötliches Haar.

Der eigentliche neolithische Typus, der Mensch der jüngeren Steinzeit, der sich wohl über ganz Großbritannien verbreitet hatte, war mit dem iberischen, wenn nicht identisch, so doch nahe verwandt. Er war klein oder von mittlerer Statur, etwa wie der heutige Spanier, wohlgebaut, aber nicht besonders stark, mit eher zarten als groben Gesichtszügen und wohlgebildeter Nase. Der ausgeprägt dolichozephale Schädel glich dem modernen sehr; das Gesicht war länglich, die Stirn stand fast senkrecht und das Hinterhaupt sprang vor. Dieser Rassentypus bildet heute noch einen sehr wichtigen Bestandteil der Bevölkerung der britischen Inseln, in manchen Distrikten ist er so vorherrschend, daß er zu der Annahme führte, die dortigen Bewohner stammten von spanischen Einwanderern, was natürlich irrtümlich ist.

Die Bronzeperiode scheint durch eine bis dahin in Britannien unbekannte Rasse eingeleitet worden zu sein, eine Rasse, die sich durch auffallend starke körperliche und wahrscheinlich auch geistige Fähigkeiten auszeichnete. Die Bronzerasse war groß und kräftig gebaut, der Schädel des reinen Typus muß deutlich brachyzephal (kurzschädlig) gewesen sein (Index 80 und darüber). „Ihre Gesichtszüge waren kühn und männlich, Augenbrauen, Nase und Kinn vorspringend, die Kiefer stark, die Jochbeine ausgeprägt, das Ohrläppchen lang und angewachsen. Ihre Hautfarbe war wahrscheinlich hell und das Haar häufig rot oder gelb. Durch ihre Überlegenheit in Waffen und Körperkraft gelang es ihnen augenscheinlich, ganz Britannien und einen großen Teil von Irland zu erobern. Schädel ihres Typs sind in Steinkisten auf den entlegensten der Orkneys und Hebriden aufgefunden." Da sie an Zahl wahrscheinlich geringer als die Unterjochten waren, so sind ihre Repräsentanten gegenwärtig vergleichsweise selten, ausgenommen in Cornwall, Cumberland und gewissen Bezirken Schottlands. Zwei, wahrscheinlich sogar drei aufeinander folgende Wogen keltisch sprechender Völker überfluteten die Inseln, die Gälen, die Kymren oder Brythonen und die zu Cäsars Zeit in Südbritannien sehr mächtigen Gauls. Der Rasse nach waren diese Bronzemenschen wahrscheinlich ein Mischprodukt aus dem kleinen untersetzten homo alpinus und der großen blonden nordeuropäischen Rasse. Heutzutage scheinen die Wallonen, Lothringer und Tiroler solche durch langandauernde Kreuzung gefestigte Typen darzustellen.

*) Politisch-Anthropol. Revue, III. Jahrg. (1904), Nr. 1.

Anstatt nun die weitere Zusammensetzung der britischen Bevölkerung, an der sich die Römer, die Sachsen, Friesen und Angeln, die Dänen, die Norweger und die ihnen verwandten Normannen, schließlich in neuester Zeit noch Hugenotten, Pfälzer und Juden beteiligt haben, zu verfolgen, werfen wir zum Schluß dieses Abschnitts noch einen Blick auf das im Abbruch befindliche Gebiet der Ostsee mit seinen zahlreichen Hünengräbern, Steinkisten und Urnenfriedhöfen. Wohl mancher Leser hat sich, wenn er auf Stubbenkammer den Blick von den Kreidefelsen des Königsstuhles über die weite blaue See schweifen ließ, gefragt: Woher der Name des Aussichtspunktes? Die Erklärungen, welche ihn aus dem Besuche dieses oder jenes alten Herrschers herleiteten, erschienen alle wenig zutreffend. Jüngst nun ist es Geheimrat E. Friedel gelungen, eine längst von ihm gehegte Vermutung unwiderleglich zu bestätigen, dahingehend: der Königsstuhl ist ein Königsgrab.*)

Jeder Besucher von Stubbenkammer überschreitet um auf die vorderste Plattform des Kreidefelsens zu gelangen, der die unvergleichliche Aussicht bietet, auf einer Treppe einen Erdbuckel, der einige Bänke trägt: das Königsgrab von Stubbenkammer, ein gewaltiges Hünengrab, in dessen Wölbung die steinerne Trittstufung und auf dessen Höhe links der Hochsitz, also der Königsstuhl im engsten Sinne, eingelassen ist.

Das furchtbare Unwetter vom 18. zum 19. April 1903 hat auch vom Königsstuhl große Erdmassen abgespült, so daß man bald darauf mehrere große Blöcke der Steinsetzung des Grabes wahrnehmen konnte. Mit dem Glase lassen sich von einem der benachbarten Vorsprünge aus die Brand- und Aschenschichten des aus gemischter, hart geschlagener Erde Lage für Lage wagrecht angeschütteten Grabhügels erkennen. Der Hügel mag ungefähr kreisförmigen Grundriß gehabt haben, und die Anschüttung war anscheinend mit einem Steinkranze umgeben. Etwa ein Drittel des Königshügels dürfte bereits in die Tiefe gestürzt sein, die Grabkammer wird jedoch noch unversehrt sein. „Große Steinblöcke, wie in den Grabkammern der Stein- und frühen Bronzezeit,

*) Berl. Lokalanz. 1904, Nr. 391.

dürften innerhalb des Königshügels kaum zu gewärtigen sein, vielleicht statt dessen eine aus Eichenstämmen gefügte, mit kleineren Blöcken umstellte Kammer, in der ich mir mit allerhand Beigaben ausgestattet die Leichenbrandurne eines germanischen Volkskönigs denke aus der Eisenzeit und aus der letzten Glanzzeit vor der Völkerwanderung."

Da eine Aufgrabung der glücklicherweise sehr festgeschlagenen Aufschüttung kaum möglich ist, ohne den Bestand von Stubbenkammers Glanzpunkt zu gefährden, so ist dem Grabe hoffentlich noch ein langes Bestehen beschieden. Von seinem Hochsitz aus, wo die Gefolgschaften ihrem alten Seekönig opferten, erfreue sich sein ruheloser Geist in Vollmondsnächten noch lange des weiten Ausblicks auf das von ihm vor Zeiten mit dem Drachenschiff durchpflügte und beherrschte Baltische Meer!

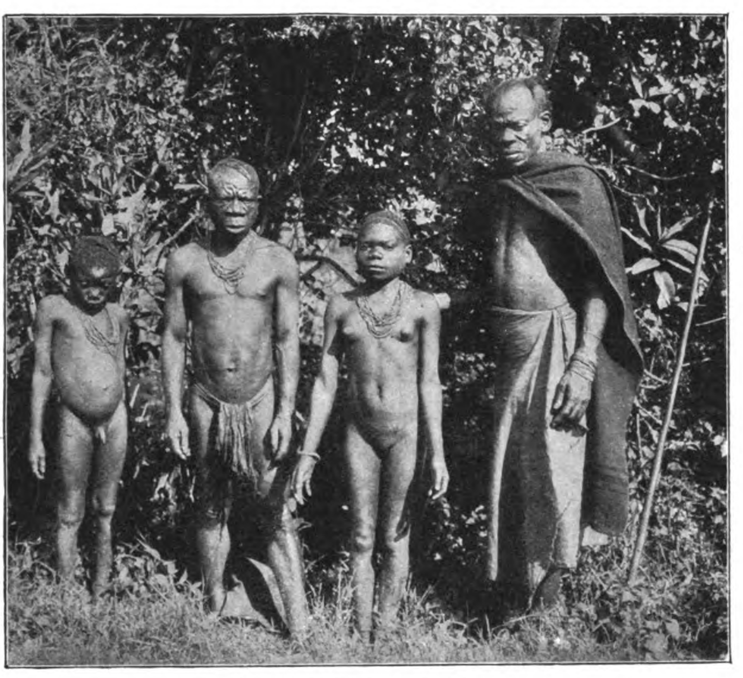
Rassenfragen.

Hat uns der vorige Jahrgang mit den Zwergvölkern Süd- und Südostasiens bekannt gemacht, so gibt es diesmal Neues von den afrikanischen Pygmäen zu berichten. Über den Zwergstamm der Bequelle, der im südlichen Kamerun in der Urwaldzone zwischen der Küste und den ersten Bodenschwellen des Hinterlandes haust, macht H. Paschen folgende Angaben.*) Die Bequelle sind Jäger, die, zu zwei bis drei Familien vereint, durch die entlegensten Urwaldgebiete streifen und sich nur vorübergehend niederlassen. Zu dem Zwecke werden einfache, den notdürftigsten Schutz gewährende Blätterhütten errichtet. Während die Frauen, mit Kinderpflege, Beerensammeln und Früchtesuchen beschäftigt, dort verweilen, ziehen die Männer auf die Jagd. Um diese erfolgreich zu machen, vollführen die Zurückbleibenden auf einer Waldblöße Beschwörungstänze; die Tanzmusik wird hervorgebracht, indem zwei parallel gelegte dicke Knüppel aus Eisenholz mit kurzen Schlägeln aus gleichem Material bearbeitet werden. Jede Spur von Anbau fehlt, doch tauschen die Bequelle die Erzeugnisse des Feld- und Gartenbaues von dem Negerstamme der Mabea gegen getrocknetes Fleisch ein. Die wichtigsten Jagdgerätschaften sind Schlingen und Fallen. In Wuchs und Körperbau ähneln die Pygmäen den Nachbarstämmen, nur sind sie bedeutend kleiner, schmächtiger, von schmutziggrauer, fast gelber Hautfarbe und mit spärlichen Augenbrauen.

Während es Paschen trotz langjährigen Aufenthaltes in Kamerun nicht gelang, mit den sehr scheuen Bequelle in nähere Verbindung zu treten,

*) Beiträge z. Kolonialpol. u. Kolonialwirtsch. V. Jahrg., Heft 7.

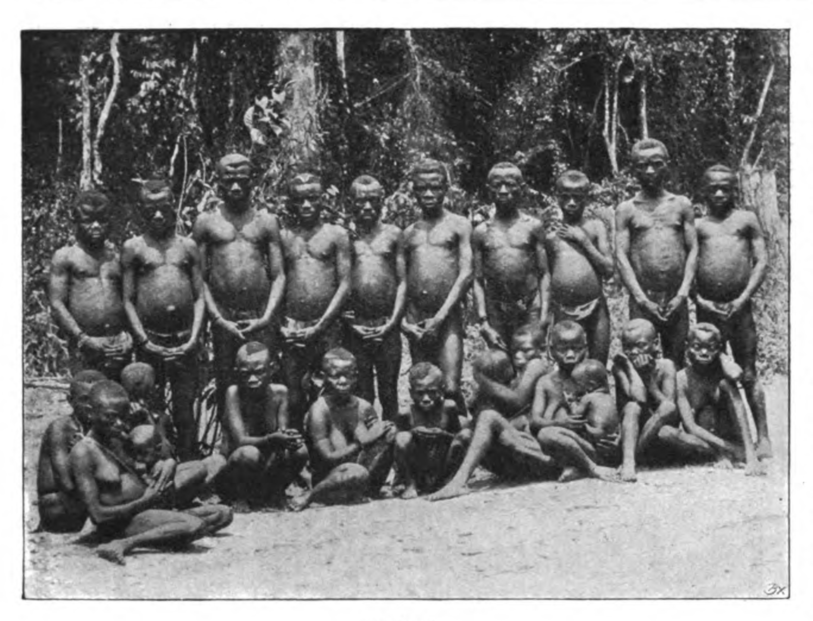
war Dr. J. David aus Basel bei den Wambutti, den Pygmäen des Ituriwaldes, glücklicher.*) Ich habe nun fünf Monate, schreibt er, in einem Zentrum der Pygmäenreviere zugebracht. Wambutti haben mir als Führer, Küchenlieferanten und Leibwächter gedient und haben in meinem Kamp gewohnt. Sie sind allerdings durch andauernden Verkehr mit Nachbarstämmen, besonders mit den Bangwananegern, schon „bangwanisiert", reißen nicht mehr aus, wenn man ihr Lager besucht, und leisten dem Weißen alle möglichen Dienste. Dagegen sind die von den Bangwana noch nicht beeinflußten, bei den Babira vorgefundenen Pygmäen schon ganz andere „Kerle"; gefürchtet wie Kobolde sind diese kleinen Beduinen des Waldes von allen Umwohnern, allerdings nur auf einsamem Waldpfade in ihrem ureigensten Gebiete. Mit giftigen Säften und vergifteten Pfeilen sind sie schnell bei der Hand, was die Babira veranlaßt, sich, wenn sie in das Dickicht gehen, starke genähte Lederpanzer überzuhängen. Die höchsten glattstämmigen Waldbäume besteigen sie nach Art der Australier mittels zweier um den Stamm geschlungenen, weiten, aber fest geknüpften Lianenringe mit affenartiger Behendigkeit. Das meiste Wild erlegen sie mittels Fallen und Gruben, doch besitzen sie auch Pfeile mit den verschiedensten, für jeden Zweck, für jeden Schuß besonders berechneten eisernen Spitzen. Sie haben nichts Affenartiges, sind zwar auf der Jagd äußerst leichtfüßig und rasch, sonst aber stille, ruhige Gesellen.



Watwa, Urwaldzwerge, mit Neger.

Am 3. Februar 1904 ließ Dr. David sich mit einigen Wambutti in eine Unterhaltung ein. Das Zählen ging bis fünf gut, dann etwas langsamer bis sieben. Nun folgten Fragen und Antworten.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 8, Bd. 86, Nr. 12.



Wambutti.

Frage: „Habt ihr viele Kinder, nehmt ihr während eures Lebens viele Frauen? Antwort: Sehr viele Kinder. Wir haben auch viele Frauen, aber nur eine einzige in der Hütte.

Frage: Wie eßt ihr das Fleisch? Besitzt ihr Töpfe? Antwort: In Blätter gewickelt, in heißer Erde gebraten. Wir bleiben zwei Tage da, bis es gar ist.

Frage: Macht ihr die Waffen selbst? Antwort: Nur das Holz daran.

Frage: Eßt ihr Menschenfleisch, tut ihr es im Krieg, aus Hunger? Antwort: Zeichen des Abscheus, Schreckens. Einer ruft: Schlecht, schlecht!

Frage: Wie tötet ihr Elefanten? Antwort (die lange und genau durch Vormachen erläutert wurde): Man schneidet ihm mit Pfeilen und Lanzen die Sehnen in den Fuß- und Handwurzeln durch.

Frage: Wo wohnt ihr? Nur in Hütten oder auch auf Bäumen? Antwort: Im Kriege auch auf Bäumen.

Frage: Wie begrabt ihr? Man demonstrierte hier sehr genau, was David später im Wambuttidorf selbst feststellen konnte: mit Bogen und Pfeilen in der Hand in hockender Stellung unter einem Erdhügel in der Hütte. Bei unruhigen Zeiten werden die Leichen auch verbrannt.

Weiter gelangte Dr. David zu der Überzeugung, daß sie von Religion, Verehrung oder überhaupt metaphysischen Gedanken keine Spur besitzen, jedoch sich beständig von den feindlichen Mächten der Natur bekämpft und benachteiligt sehen. Die Körperlänge bei 15 Erwachsenen schwankte zwischen 142 und 128 Zentimeter. Von dem Häuptling Pevü sagt David: Das kleine Männchen sieht in manchen Stellungen gerade so aus wie ein zwölfjähriger Knabe, besonders wenn er neben dem Tische stehend sich mit auserlesenen Bissen füttern läßt. Mit den Sprachen der umgebenden Stämme hat die Wambuttisprache gar **keine Ähnlichkeit**, nicht einmal in der **Klangfarbe**.

Einen hellfarbigen Typus unter den Bantunegern, dem etwa 15 Prozent der Bevölkerung Zentralafrikas vom Sudan bis zur Kapkolonie angehören sollen, stellt S. P. Verner*) fest. Die Angehörigen dieser nicht nur durch helles Kupferbraun der Haut, sondern durch ihre ganze Erscheinung von den typischen Negern unterschiedenen Rasse sind unter den verschiedenen Bantustämmen zerstreut, am zahlreichsten in den hochgelegenen Landschaften, und körperlich und geistig besser entwickelt als ihre dunkleren Stammesgenossen. Dieser typische hell-kupferfarbige Afrikaner ist von hoher Gestalt, schlank und hat hellbraune Augen. Die oft hochrückige Nase ist niemals so flach wie bei anderen Negern, Hände und Füße sind verhältnismäßig klein und die ganze Erscheinung dieser Leute hat etwas Semitisches an sich. Die Tendenz zur Erhaltung des hellen Typus durch natürliche Auslese ist eine sehr starke. Ehen zwischen den hellen und den dunkelfarbigen Negern kommen nur selten vor. Ob dieser Typus die Reste einer Einwanderung asiatischer Völker darstellt, ob eine lokale Variation der dunklen Rasse vorliegt, wäre im Hinblick auf ähnliche Erfahrungen bei anderen Völkern, z. B. bei den Japanern (s. Jahrb. II, S. 306), interessant zu erfahren.

So gut die Negerrasse in der eigenen Heimat gedeiht, so schlecht geht es ihr in ihrem Adoptivvaterlande Amerika. John Bull ist ein schlechter Stiefvater, er möchte das schwarze Pflegekind am liebsten um die Ecke bringen, und so ist es gewiß, daß in den Vereinigten Staaten noch schlimme Tage für die Nachkommen der ehemaligen Sklaven bevorstehen. Die Zahl der Vollblutneger nimmt außerdem infolge starker Sterblichkeit, besonders an Schwindsucht, sowie durch Mischehen rasch ab. Während die farbige Bevölkerung vor 12 Jahren noch in Karolina, Mississippi und Louisiana überwog, halten sich Schwarze und Weiße heute nur noch in Karolina die Wage. Eine über fast 29 Millionen besonders der Nordoststaaten sich erstreckende Aufnahme ergab, daß im Jahre 1900 die Sterblichkeit auf 1000 Einwohner bei Angehörigen der europäischen Rasse 17·3, bei den Negern dagegen 30·2, also fast doppelt so viel betrug. Die Sterblichkeit der Weißen nimmt ab, die der Neger erhält oder erhöht sich gar: an Malaria ist sie zehnmal, an Typhus doppelt so stark wie bei den Weißen; am schlimmsten wüten unter ihnen Tuberkulose und Lungenentzündung.

Wie in allen Gebieten, wo verschiedene Rassen durcheinander wohnen, liegt die Gefahr der Rassenvermischung und Rassenverschmel-

*) American Anthropologist Bd. 5 (1903), S. 539 ff.

zung nahe. L. F. Ward, der kürzlich seine besonders auf das Studium amerikanischer Verhältnisse gegründete Ansicht über diesen Vorgang ausgesprochen,*) nimmt an, daß auch die augenblicklich in den Vereinigten Staaten herrschende Antipathie gegen die Neger den Mischungsprozeß, der zur Sklavenzeit eine zahlreiche Mischlingsbevölkerung schuf, zwar verlangsamen, aber nicht völlig unterbinden wird. Rücksichtlich der mongolischen Rassen scheint die Aussicht der Vermischung mit Europäern weniger stark, ausgenommen die Mischung mit den Indianern, die nun durchwegs, soweit sie in den von Europäern besiedelten Gebieten bleiben, mit letzteren vermischt sind. C. v. Ujfalvy weist auf den Umstand hin, daß gewisse bartlose und knochige Yankeegesichter viel mehr an Rothäute als an Söhne Albions erinnern. Auch in den Indianerreservationen, in denen sich in letzter Zeit europäische Ansiedler zahlreich niedergelassen haben, geht eine rasche Blutmischung vor sich, da indianische Frauen wegen der ihnen gesetzlich zustehenden jährlichen Rente bei der unteren Klasse der Ansiedler recht gesucht sind.

Die Gefahr einer völligen Ausrottung der Indianer scheint übrigens seit kurzem beseitigt, da sich kürzlich zum erstenmal seit der 1878 erfolgten Zählung ein merkbares, wenn auch nur geringes Wachstum der indianischen Bevölkerung gezeigt hat. Hoffentlich erfreut sich also der „Letzte der Mohikaner" noch lange des rosigen Lichtes, während die spärlichen Reste der einstmals die Antillen beherrschenden mächtigen Karaiben auf Dominika, von denen vielleicht noch 120 als reinblütig zu betrachten sind, wohl kaum vom Untergange zu retten sein werden. Die Karaiben auf St. Vinzent sind eher Neger als Indianer, und die karaibische Sprache ist schon völlig erloschen.

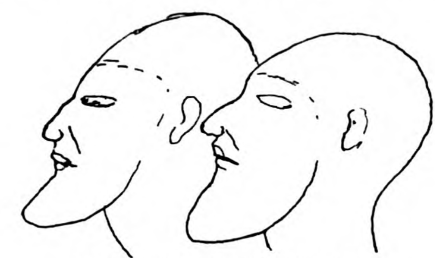
Eine Bemerkung Bulls, daß der Karaibentypus, auch in den heute noch lebenden Resten, zweifellos mongolischen Charakter aufweise, und ein karaibisches Kind kaum von einem chinesischen oder tartarischen zu unterscheiden sei, führt uns noch einmal auf die als gemeinsames Merkmal aller Mongolenstämme bezeichneten „Mongolenflecke" zurück. In einer alles darauf bezügliche Material zusammenfassenden Abhandlung zeigt Dr. R. Lehmann-Nitsche,**) daß der dunkle Fleck der Neugeborenen gelegentlich bei der hellfarbigen, sonst bei den mittelfarbigen und dunklen Rassen vorkommt. Mulattenkinder aus Brasilien und Argentinien (reine Neger gibt es wohl kaum noch in Argentinien) zeigten die Flecke sicher, wenn auch verschwommen. Die Kinder von Araukanern tragen sie ebenfalls, doch lassen sie sich auf der photographischen Platte nur sichtbar machen, wenn man sie mit chinesischer Tusche überfährt. Die Farbe ist bei ihnen hellbraunviolett, auf keinen Fall bläulich wie bei den Mongolen. Da der amerikanische Forscher Frederick Starr***) die Flecke bei Maya-Babies (Yukatan) von reinem Indianerblut mehrfach im ersten Lebensjahre fand, so ist es auffallend, daß andere Stämme jenes mittel-




Geburtsflecke bei Kindern von argentinischen Araukanern.

amerikanischen Gebietes, z. B. die berühmten Azteken, dieses Adelszeichen nicht aufweisen.

Besonders rege Fortschritte hat in jüngster Zeit die Rassenforschung hinsichtlich der Juden gemacht. Eine vorzügliche Arbeit über die Anthropologie der jüdischen Rasse hat J. M. Judt verfaßt.*) Er zeigt durch umfassende Untersuchung der wichtigsten körperlichen Merkmale, daß die Juden einen einheitlichen Mischtypus bilden, der in seiner Zusammensetzung eine große Zähigkeit und Beharrlichkeit aufweist. Brachycephalie (Kurzschädligkeit) ist in 60 bis 80 Prozent das Hauptmerkmal der Juden und es ist im allgemeinen keine Ähnlichkeit zwischen dem Schädelbau der Juden und der Bevölkerung, inmitten deren sie leben, vorhanden. Es kommt bei ihnen ein wechselnder Prozentsatz (20—30%) von Blonden und Helläugigen vor, aber wiederum ganz außer Zusammenhang und Analogie zu den gleichen Merkmalen der eingeborenen Bevölkerung. Die durchschnittliche Körpergröße der Juden in Europa ist fast überall kleiner als die der eingeborenen Bevölkerung, folgt dieser aber in einem gewissen Abstande, so daß größere Völker auch größere Juden unter sich haben als kleiner gewachsene. Diese Analogie beruht jedoch nicht auf Vermischung, sondern darauf, daß das Längenwachstum der Knochen einer der wenigen organischen Vorgänge ist, der von Klima



Köpfe von Amoritern (um 1300 v. Chr.).

und Ernährung (Milieu) nachweislich beeinflußt wird.

Rassenanthropologisch ist es demnach falsch, die Juden als „Semiten" zu bezeichnen, die zur mittelländischen Rasse gehören und sich durch Langschädligkeit und dunkles Pigment auszeichnen.

Freilich wird die nationale Bildung der Juden von einer semitischen Erobererhorde aus-

*) Americ. Journ. of Sociology, Bd. VIII, S. 721. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 34.

**) Die dunklen Hautflecke der Neugeborenen bei Indianern und Mulatten, Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 19.

***) Zeitschr. für Ethnol. 36. Jahrg. (1904), S. 137.

*) Die Juden als Rasse. Berlin, Jüdischer Verlag.

gegangen sein, welche die verschiedenartigsten Rassengruppen unterwarf und ihnen ihre Sprache aufzwang. Über die unterworfenen Rassen gibt uns einerseits die Bibel, anderseits das in den letzten Jahren mit großem Erfolge betriebene Studium der ägyptischen, vorderasiatischen und babylonischen Bildwerke hinreichenden Aufschluß. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß Palästina in den ältesten Zeiten viele jahrhundertelang „eine Schaubühne der Rassenamalgamierung der semitischen Juden mit der primären Bevölkerung dieses Landes" war.

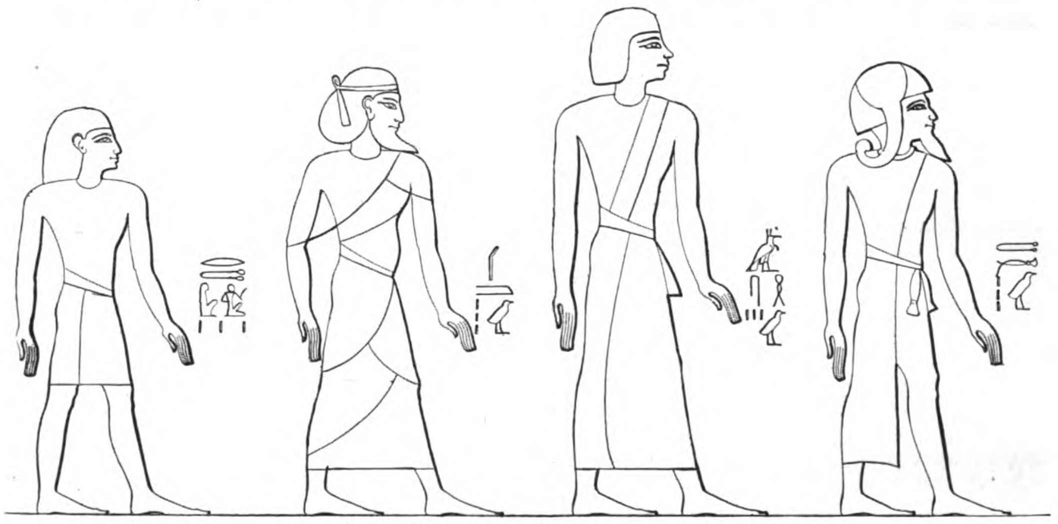
Als erster Bestandteil dieser Bevölkerung sind die Kanaaniter zu nennen, deren anthropologische Merkmale, nicht mehr genau festzustellen, sich wahrscheinlich dem mittelländischen Typus näherten. Den südlichsten Teil Kanaans bewohnten zur Zeit des Einfalls der Semiten die Amoriter, Menschen mit Langschädeln, regelmäßigen Zügen, gerader Nase und nicht dicken Lippen. Ihre Haare waren durchweg hell, die Augen blau, die Hautfarbe rosig, es unterliegt also keinem Zweifel, daß sie Angehörige der blonden Rasse waren und ein Glied in der Kette der hellhaarigen Bevölkerung darstellten, die ursprünglich die östlichen und südlichen Küsten des Mittelmeeres bewohnt haben soll. Ganz verschieden von den Amoritern und den mit ihnen verwandten Jebusitern und Horitern ist die Rasse der Chettäer oder Hettiter, die große Verwandtschaft mit den heutigen Armeniern zu haben scheinen. Der Typus dieser Rasse ist von großer Eigenart: hervortretende Jochbeine, breite Nase, volle Lippen, deutlich kurzköpfiger Schädel, dunkle Augen und Haare, gelblicher oder bräunlicher Teint, kleine Statur. Als letzter Rasseneinschlag der Juden sind die Kuschiten zu nennen, negerartige Elemente, deren Eigenschaften bei manchen Juden noch heute atavistisch in den krausen Haaren und den wulstigen Lippen fortwirken.

In dem Zeitraum bis etwa 500 v. Chr. haben sich diese Rassen miteinander vermischt zu den heutigen Juden, bei denen die spätere Zerstreuung über alle Welt keine wesentlichen Veränderungen mehr hervorgerufen hat. Die physisch einheitlichen, auf diese Weise entstandenen Gesamtmerkmale werden durch ihre einheitliche Physiognomie ergänzt. Diese verdankt die jüdische Mischrasse zweifellos den Hettitern, deren nach Zahl und Eigenschaften stark überwiegender Einfluß sich durch die eigenartige Mandelöffnung der Augen, die Form der Nase und der Lippen auch bei den langköpfigen und hellen Juden erkennen läßt. Reinrassige mittelländische und nordische Elemente in der jüdischen Rasse sind verhältnismäßig selten.

Ein wie gewaltiges Rassengedränge und Gemenge vor Jahrtausenden in der Südostecke der Mittelmeergestade stattfand, zeigt uns auch ein Blick auf die Bevölkerung Altägyptens, deren Bestandteile jüngst von Prof. Dr. G. Fritsch*) und Prof. Wiedemann**) eingehend analysiert sind, ohne daß sich daraus ein klares und übereinstimmendes Resultat ergibt. Prof. Wiedemann schließt seine Untersuchung mit den Worten:

„In der Urzeit Ägyptens kann ebensowenig wie in der Zeit des zweitens Jahrtausends v. Chr. im Niltale von einer einheitlichen Rasse die Rede sein. Hierin deckt sich das Ergebnis der anthropologischen Forschung mit dem der kunstbetrachtenden und mit dem der Linguistik. Wenn man auch noch darüber im Zweifel sein kann, aus welchen Bestandteilen sich die historischen Ägypter zusammensetzten: daß sie aus verschiedenen Elementen entstanden waren, kann als feststehende Tatsache angesehen werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird man als Einzelelement Libyer, Hamiten (Nubier) und Semiten annehmen können, doch mögen außerdem zahlreiche andere Stämme in minderem Maße in Betracht kommen."

Nachdem die Juden vor etwa 1800 Jahren ihre politische Selbständigkeit eingebüßt und sich in alle Welt zerstreut hatten, konzentrierten sie sich allmäh-



Die vier Menschenrassen, ganz links Ägypter, dann Asiat, Neger, Silger.

*) Naturwiss. Wochenschr. Bd. III, Nr. 43 und 44. Vergleichende Betrachtungen über die ältesten ägyptischen Darstellungen von Volkstypen.

**) Die Umschau, 8. Jahrg. 1904, Nr. 4 u. 5. Die Rassen im alten Ägypten.



lich in Westeuropa und gewannen dort Reichtum und Einfluß. Ihre Ruhe wurde aber bald gestört und ungefähr um das Jahr 1000 n. Chr. begann ein Vernichtungskampf gegen sie, der zu einer neuen Zerstreuung führte. Die meisten fanden in Osteuropa Unterkommen und Ruhe, bis sich auch dort infolge neuer Bedrückungen die Notwendigkeit einer neuen Diaspora ergab. „Das Leben wird, so schreibt Dr. S. Weißenberg*), den Juden in Rußland, Rumänien und Galizien unmöglich gemacht, sie müssen fort, aber wohin? Während Osteuropa, das jetzt kulturell auf dem Niveau des mittelalterlichen Westeuropa steht, und deshalb gegen die Juden dieselben mittelalterlichen Mittel anwendet, sie mit Schwert und Vertreibung bedroht, betrachtet das übrige Europa diese Mittel als inhumane, barbarische, und wendet gegen seine Juden ganz moderne Waffen an, wie z. B. gänzlichen Ausschluß von vielen Berufen (?), vom Staatsdienst (?), Gründung von Konkurrenzgeschäften auf antisemitischer Basis u. s. w. Beide Methoden führen aber zu demselben Endresultat: die Juden verhungern (!) und müssen weg."

An der Hand des 1. Bandes der „Jüdischen Statistik" (Berlin 1903) sucht Dr. Weißenberg die traurige Lage der Juden in Europa zu beweisen. Rußland mit seinen 5 Millionen Juden, weit mehr als die Hälfte der etwa 8½ Millionen zählenden jüdischen Bevölkerung Europas, marschiert in der Zahl, aber auch hinsichtlich der traurigen Lage seiner Israeliten an der Spitze. Ihm folgen Österreich-Ungarn (fast 2 Mill.), das Deutsche Reich (etwa 600.000), Rumänien (270.000), England (180.000), Niederlande (100.000). Die Zahl der Israeliten in der europäischen Türkei, in der jüdischen Statistik mit 82.000 viel zu gering angegeben, beträgt nach Hübners geogr. statist. Tabellen (1903) 1½ Millionen. Hinter diesen Ziffern bleibt die Zahl der Juden in den übrigen europäischen Staaten weit zurück. Nur Frankreich (mit 90—100.000) und Italien (gegen 50.000) wären noch zu nennen. Eine bedeutende Zunahme der Juden zeigt in Europa nur Großbritannien, das einen Teil der aus Osteuropa Auswandernden aufnimmt, während für die meisten dieser Flüchtlinge die Vereinigten Staaten das Gelobte Land bilden. Hier hat sich die jüdische Bevölkerung von 3000 im Jahre 1818 auf 1,136.000 im Jahre 1902 gehoben. New-York allein soll über die Hälfte dieser Zahl beherbergen. Wenn Weißenberg die Gesamtzahl der Juden der ganzen Erde auf rund 11,000.000 schätzt, so ist auch das wohl noch zu gering angenommen, da die Zahlen der jüdischen Statistik hinter denen der Hübnerschen und anderer auf verläßliche Quellen gestützten Tabellen vielfach zurückbleiben. Für Europa läßt sich beweisen, daß der jüdische Stamm als Gesamtheit zwar in steter Vermehrung begriffen ist, daß diese Vermehrung aber in vielen Ländern sowohl absolut als auch im Verhältnis zur Landesbevölkerung erheblich geringer geworden ist. Ob das aber allein eine Folge der Bedrückung und des sozialen Elends der Juden, ob es nicht vielfach eher ein Resultat ihrer politischen und sozialen Besserstellung und der damit einhergehenden größeren Vorsicht ist, darüber werden die Ansichten wohl noch lange geteilt bleiben.

*) Jüdische Statistik. Globus, Bd. 85, Nr. 20.

Herz und Magen.

Wo auch immer die rastlos tätige Forschung einsetzen mag, sie kann gewiß sein, auf neue, noch nicht bemerkte, übersehene, falsch aufgefaßte und unrichtig gedeutete Tatsachen zu stoßen. Ist doch, wie einmal ein bedeutender Physiologe bemerkt hat, der Irrtum der Haupthebel des Fortschritts der Wissenschaft; hätten wir die volle, ungetrübte Erkenntnis, so wäre das der Tod aller Forschung und alles Strebens: eine Wahrheit, die übrigens Lessing schon lange vorher in seiner wunderbar klaren und ergreifenden Weise ausgesprochen hat.

So haben auch Herz und Magen, diese seit Jahrhunderten von Ärzten und Physiologen unablässig beobachteten und studierten, für Gesundheit und Wohlergehen des Leibes bedeutungsvollsten Organe anscheinend noch lange nicht alle ihre Geheimnisse hergegeben. Hat doch die Lehre von der Herztätigkeit durch Forschungen der neuesten Zeit erst wieder eine tiefgreifende Umgestaltung erfahren, die wir hier an Hand zweier Darstellungen Th. W. Engelmanns*) verfolgen wollen.

Bis vor kurzem herrschte allgemein die Lehre, daß der Herzmuskel gleich den übrigen Muskeln des Körpers die Anregung zu seiner Tätigkeit vom Nervensystem empfange; daß auch das ausgeschnittene, seiner Verbindung mit dem Nervenzentrum beraubte Herz fortfährt, längere Zeit in normaler Weise zu schlagen, erklärte man durch den großen Nervenreichtum des Herzens, indem man in den zahlreichen, in der Herzwand gelegenen Ganglien (Nervenknoten) die Quelle für die Bewegung des ausgeschnittenen Herzmuskels und für die zusammenwirkende rhythmische Bewegung seiner Muskelfasern sah. Dieser „neurogenen" Theorie tritt nun eine „myogene" gegenüber, welche die, Bewegungen hervorrufende Reizleitung und die Koordination der Herzbewegungen als eine Funktion der Muskelzellen ansieht und die Bedeutung der Nerven nur darin sieht, die Herztätigkeit zu modifizieren, den wechselnden Bedürfnissen des Organismus anzupassen.

Die rhytmischen Pulsationen, das Zusammenziehen und Ausdehnen des Herzens, haben also die Anwesenheit von Nervenganglien nicht zur Bedingung, sie werden von den Muskelzellen aus eigener Machtvollkommenheit besorgt. Die Muskelzellen, von denen die normalen Herzerregungen ausgehen, liegen an der Herzwurzel, und zwar an den Enden der großen Venen, in dem sogenannten Sinusgebiet, wo das Blut in das Herz zurückströmt, und zwar kann die motorische Erregung von jedem Punkte des Sinusgebietes ausgehen. Diese weite Verbreitung der Reizbarkeit durch das ganze Sinusgebiet ist für die Erhaltung regelmäßiger Herztätigkeit sehr wertvoll; denn so kann das Herz im Gange erhalten werden, solange nur ein kleiner Abschnitt, ja selbst nur eine einzige Muskelzelle automatisch tätig und mit dem

*) Das Herz und seine Tätigkeit im Lichte neuerer Forschung. Festrede, Berlin 1903. — Myogene Theorie u. Innervation des Herzens. Sep.-Abdruck aus „Die deutsche Klinik am Eingange des 20. Jahrhdts." 1903.



übrigen Herzen in reizleitender Verbindung geblieben ist.

So beruht also der rhythmische Herzschlag, das Funktionieren des Herzens als Pumpe, nur auf den Eigenschaften der elementaren Muskelzellen, in denen die motorischen Reize automatisch, d. h. ohne nachweisbare äußere Einwirkung, nur durch Stoffwechselvorgänge erzeugt, entstehen. Die bedeutungsvollste unter diesen Eigenschaften ist die, daß das Herz sich stets maximal zusammenzieht, d. h. so stark, als es im gegebenen Augenblick sich überhaupt zusammenziehen kann. Ganz anders als bei den gewöhnlichen Muskeln, bei denen die Größe und Kraft der Zusammenziehung von der Stärke des auslösenden Reizes abhängt, heißt es beim Herzen stets: Alles oder nichts! Der schwächste überhaupt noch wirksame Reiz gibt sogleich die zur Zeit mögliche größte Kontraktion. Damit wird dem Herzen die möglichst vollständige Austreibung des Blutes und die möglichste Gleichmäßigkeit der Blutzufuhr in die großen Arterien gewährleistet.

Dieser vielvermögende, während des Lebens im Mutterleibe vollständig ausreichende Mechanismus genügt den mächtigen Einflüssen der äußeren Umgebung, denen der Organismus während des späteren Lebens ausgesetzt ist, nicht immer. Hier greifen die Verbindungen des Herzens mit dem Nervensystem und die Ausbildung des eigenen Nervengangliensystems des Herzmuskels ein, deren Tätigkeit und Wichtigkeit Prof. *Engelmann* durch ein anschauliches Gleichnis erläutert.

Danach würden die Beziehungen, welche nach der myogenen Theorie zwischen dem Nervensystem und der Herzmuskulatur bestehen, denen eines Pianolaspielers zu seinem Instrument zu vergleichen sein. „Wie beim Pianola Rhythmus, Melodie und Zusammenklang schon durch den Mechanismus gegeben sind, das Instrument, durch den in ihm angebrachten Motor bewegt, sein Stück selbsttätig, automatisch spielt, so führt auch der Herzmuskel das rhythmisch harmonische Spiel der Herzbewegung automatisch, maschinenmäßig aus. Wie aber der Pianolaspieler durch Druck auf gewisse Hebel Beschleunigung und Verlangsamung des Tempos, An- und Abschwellungen der Tonstärke erzeugt und dadurch das ohne ihn seelenlose Instrument gleichsam belebt und zum Organ seiner Seelenbewegung macht, so belebt, nur in noch viel reicherer Weise, das Nervensystem den ohne sein Zutun einförmigen Gang des Herzschlages und befähigt ihn, den Empfindungen und Erregungen des Körpers im weitesten Umfange zu folgen und Ausdruck zu verleihen."

Das durch die myogene Theorie der Herzbewegung in seiner Hauptbetätigung vom Nervensystem unabhängig gemachte Herz wird freilich seiner Souveränität durch die von Dr. *Hasebroek* gegebene *neue Darstellung des Blutkreislaufs* zum Teil wieder entkleidet.*) Er zeigt, daß das Herz nicht das einzige treibende Organ am Blutkreislauf-Apparate sein kann. Es wird außer vom Herzen auch von den Blutgefäßen und deren Umgebung selbständige Triebkraft geliefert. Die Herzkammern haben in der Hauptsache die Aufgabe, das Blut bis an die Organe heranzubringen; hier wird es durch Tätigkeit der Organe aufgefangen und weiterbefördert. Die auswärts gelegenen (peripheren) Organe stellen somit ein zweites, mit dem Herzen verkuppeltes Pumpwerk dar. Die Blutadern arbeiten in der Peripherie selbständig und stoßen in einem ähnlichen rhythmischen Verhältnis zu den Kammern des Herzens wie die Vorhöfe. Als Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung bringt *Hasebroek* eine Anzahl Tatsachen, die wir hier übergehen wollen; auch sucht er aus mitgeteilten Pulskurven direkt die Eigenbewegung der Blutgefäße (Adern) wahrscheinlich zu machen. Durch die Anschauungen des Verfassers würde uns der Umstand verständlich werden, daß bei Herzkrankheiten die Blutgefäße und ihre Umgebung in gewissem Grade die Stellvertretung des erkrankten Herzens übernehmen können.

Der durch die schiefe Lage des Herzens bedingte, ein wenig raschere Blutzufluß zum rechten Arm dürfte eine der Ursachen sein, die den Menschen bewogen haben, lieber diesen zu gebrauchen als den linken, und so allmählich zur *Rechtshändigkeit* überzugehen. Prof. Dr. *Cunningham* sucht in einem Vortrage*) festzustellen, ob bei den ältesten Angehörigen des Menschengeschlechts diese Eigentümlichkeit bereits in dem heutigen Maße entwickelt war. Der raschere Blutzulauf zum rechten Arme ist durch mehrere Umstände bedingt: erstens dadurch, daß von der Hauptschlagader (Aorta) zuerst die rechte Armschlagader, dann die beiden Kopfschlagadern und nun erst die für den linken Arm abgeht, die Schnelligkeit des Blutlaufs aber vom Herzen nach den entfernteren Körperteilen zu stetig abnimmt; zweitens dadurch, daß die rechte Armschlagader auf einer kurzen Strecke durch ihre Verbindung mit der rechten Kopfschlagader einen weiteren, das Blut weniger aufhaltenden Kanal bildet; drittens durch die oft größere Weite der rechten Armschlagader an sich.

Nun deuten aber manche Umstände darauf hin, daß diese Bevorzugung der rechten Armschlagader hinsichtlich der beiden letzten Punkte in früheren Epochen nicht bestand, beim Menschen nicht uralt, sondern erst später erworben ist, so daß als mechanische Ursache der Rechtshändigkeit nur der weitere Weg für das Blut vom Herzen zum linken Arm übrig bliebe. Einen Grund dafür, daß die rechte Hand den Vorzug bei allen aktiven Verrichtungen erlangte, sieht schon Prof. v. *Martens* darin, daß seit der ältesten Zeit im Kampfe die Linke als Schutzwehr für das Herz dienen mußte.

Prof. *Cunningham* führt zahlreiche Beweise vor, daß auch in vorgeschichtlicher Zeit die rechte Hand eine größere Rolle spielte als die linke; doch scheint sie noch nicht die hohe Bedeutung wie heute erlangt zu haben, da sich auf Grund des Studiums der neolithischen Waffen und Geräte erkennen läßt, daß in der jüngeren Steinzeit der Prozentsatz der linkshändigen Personen noch ein ganz bedeutender war. Die Menschenaffen sind nie zur Erwerbung der Rechtshändigkeit gekommen.

In etwas anderer Weise als bei der Hand zeigt sich die Abhängigkeit der Organgestaltung von der

*) Die Umschau, VIII. Jahrg. (1904), Nr. 11.

*) Journal of the Anthropol. Institute. Bd. 72, S. 273.

funktion beim Darm. Edw. Babák hat interessante Experimente über den Einfluß der Nahrung auf die Darmlänge angestellt, welche die tatsächlichen Befunde der vergleichenden Morphologie bestätigen.*) Bekanntlich hängt die Länge des Darmes in erster Linie von der Qualität der Nahrung ab, insofern wir bei den Pflanzenfressern den längsten, bei den Fleischfressern den kürzesten Darm antreffen. So beträgt z. B. die Länge des Darmes bei Schaf und Ziege 27 Körperlängen, beim Rind 20, beim Schwein 14 bis 15, beim Kaninchen 10, beim Hund 6 und bei der Katze nur 4. Babák wählte zu seinen Versuchen Kaulquappen von Fröschen, die am besten bei gemischter Nahrung bestehen, aber auch bei einseitiger tierischer oder pflanzlicher Kost fortwachsen. Wurden die Quappen mit Fleisch genährt, so wies der Darm nur wenige Spiraltouren auf, bei einseitiger Pflanzennahrung dagegen wuchs die Zahl der Windungen ganz beträchtlich und der Durchmesser des Darmes war um das zwei- bis dreifache geringer als bei den Fleischfressern. Die Länge des ganzen Darmtraktes (von der Speiseröhre bis zum After gemessen), betrug bei den Pflanzenfressern 7, bei den fleischfressenden Larven 4·4 Körperlängen. Gegen Ende der Methamorphose verkürzt sich der Darmtraktus bedeutend, und zwar beträchtlicher bei den Pflanzenfressern, so daß die Darmlänge des ausgebildeten Frosches unabhängig von der Nahrung stets die gleiche ist, ein bis zwei Körperlängen. Die Muskelwandung des Darmes war bei den Pflanzenfressern viel dünner und zarter als bei den Karnivoren.

Unter dem Titel „Die chemische Regulation des Absonderungsvorganges" machen W. M. Bayliss und E. H. Starling interessante Mitteilungen über die mit der Verdauung zusammenhängenden Anpassungen der Organe, welche die Verdauung und Assimilation der Nahrung besorgen.**)

Jede der Höhlen, die dem Verdauungskanal angehören, hat ihre eigene Reihe von rückwirkenden Mechanismen, die so angeordnet sind, daß sie die eingenommene Nahrung mit einem Safte übergießen, der einen oder mehrere Bestandteile derselben auflösen kann. Der Mechanismus für die Absonderung des Speichels im Munde ist ein ganz und gar nervöser. Die Schleimhaut ist mit bestimmten Empfindlichkeiten gegen verschiedene Gruppen der Nahrung ausgerüstet und die Tätigkeit der Speicheldrüse wird reflektorisch, d. h. ohne Mitwirkung des Verstandes allein auf den Reiz der Geschmacksnerven hin, je nach der Beschaffenheit der im Munde befindlichen Stoffe erregt.

Im Magen wird die Absonderung des Magensaftes in erster Reihe durch das Nervensystem geregelt und durch den Appetit oder durch im Munde entstehende Reflexreize erregt. Erst später tritt bei der Magenverdauung eine Sekretion (Flüssigkeitsabsonderung) auf, die durch die Anwesenheit und Beschaffenheit der Nahrung im Magen selbst bestimmt wird. Diese sekundäre Sekretion ist unabhängig vom Zentralnervensystem, doch ist bisher noch nicht festgestellt worden, ob sie als ein lokaler Reflex oder als eine direkt oder indirekt vom Mageninhalt kommende chemische Reizung zu betrachten sei.

Wenn die stark saure, die Produkte der Magenverdauung enthaltende Flüssigkeit den Magen verläßt, um in den Zwölffingerdarm zu treten, kommt sie in Berührung mit zwei anderen Absonderungen, der Galle und dem Pankreassaft, die in solcher Menge fließen, daß der Inhalt des Zwölffingerdarmes faktisch neutral wird.

Auch die Sekretion des Pankreassaftes wird nach Pawlow, genau vergleichbar der Speichelabsonderung, durch einen Nervenreflex bedingt. Der Ausgangspunkt dieses Reflexes ist die Reizung der Darmschleimhaut durch den Speisebrei und durch Stoffe wie Öl, Äther oder Senföl. Nicht nur wird der Pankreassaft gerade zu der Zeit, wo er gebraucht wird, in den Darm entleert, sondern es ändert sich auch seine Zusammensetzung entsprechend der Nahrung, indem bei Fleischdiät das proteolytische Ferment sich vermehrt. Durch Versuche, bei denen eine Zerstörung aller Nervenverbindungen stattfand und dennoch die Pankreasabsonderung sich wie beim normalen Tier vollzog, glauben Bayliss und Starling bewiesen zu haben, daß es sich mehr um einen chemischen, als um einen nervösen Mechanismus bei dieser Sekretion handle. Die Bauchspeicheldrüse scheint durch eine vom Darm abgesonderte wirksame Substanz, die die beiden Autoren „Sekretin" nennen, zur Ausscheidung des Pankreassaftes veranlaßt zu werden. Aber die Wirkung des Sekretins erstreckt sich nicht nur auf die Bauchspeicheldrüse, sondern auch auf die Leber.

Seit langem weiß man, daß der Pankreassaft, um seine volle Wirkung zu entfalten, der gleichzeitigen Anwesenheit von Galle bedarf, und die Tatsache, daß in vielen Fällen beide Flüssigkeiten durch eine gemeinsame Öffnung in den Zwölffingerdarm entleert werden, zeigt die enge Beziehung, in der beide zueinander stehen. Fettverdauung ist unmöglich, wenn nicht beide Flüssigkeiten Zutritt zum Darm haben, und selbst bei der Verdauung von Kohlehydraten beschleunigt die Gegenwart von Galle die verdauende Kraft des Pankreassaftes bedeutend. Das Sekretin ist es, welches auch diese Absonderung der Leber hervorruft.

Das Sekretin hat anscheinend keinen spezifischen Einfluß auf irgend einen Bestandteil des Pankreassaftes. Einem Tiere eingespritzt, verursacht es Absonderung eines Saftes, der insofern normal ist, als er dem Safte gleicht, der bei Eintritt von Nahrung in den Zwölffingerdarm abgesondert wird. Er enthält eine Vorstufe der drei wichtigsten Bestandteile des Pankreassaftes, des Trypsins und Amylopsins, die das Stärkemehl spalten und verflüssigen, und des Steapsins, welches dazu dient, das Fett zu verdauen. Ein anderes Ferment, die Laktase, spaltet den Milchzucker und macht ihn dadurch für den Körper zugänglich.

Durch eine Reihe von Beobachtungen ist festgestellt, daß die chemische Zusammensetzung des Pankreassaftes sich je nach dem Reize, den die den Verdauungskanal passierenden Nahrungsmittel ausüben, verändert; eine fetthaltige Diät z. B. führt zur Absonderung einer größeren Menge von Steapsin als

*) Biolog. Zentralblatt, Bd. 23 (1903).

**) Naturwiss. Rundschau, 19. Jahrg (1904), Nr. 27 u. 28.

eine fettfreie Nahrung. Der Pankreassaft erwachsener Hunde enthält normalerweise keine Laktase, während der Saft von Hunden, die einige Tage mit Milch ernährt wurden, Laktase in großer Menge enthielt.

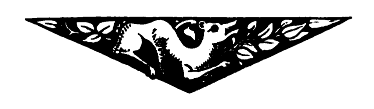
Noch eine andere sehr zweckmäßige Regelung des Absonderungsvorganges ist vorhanden. Die Bildung von Sekretin hängt von der Anwesenheit von saurem Chymus (Speisebrei) im Zwölffingerdarm ab. Dieser saure Chymus wird nach der Nahrungsaufnahme in wechselnden Zwischenräumen in kleinen Mengen in den Darm gespritzt. Sobald er den Darm betritt, bildet sich in der Schleimhaut desselben Sekretin, wird von den Blutgefäßen absorbiert und dem Pankreas (Bauchspeicheldrüse) zugeführt, und seine Bildung wird so lange fortgesetzt, bis der abgesonderte Pankreassaft die Säure des Darminhalts genau neutralisiert. Die Anwesenheit einer übergroßen Säuremenge im Zwölffingerdarm wird durch den Reflexmechanismus des Pylorus (Verbindung von Magen und Zwölffingerdarm) verhindert, der fest geschlossen bleibt, solange der Inhalt des Darmes sauer ist. Sobald er aber neutral oder alkalisch wird, öffnet sich der Pylorus und gestattet, daß eine weitere Menge von saurem Mageninhalt in den Zwölffingerdarm tritt. Durch diesen Doppelmechanismus, der teils nervös, teils chemisch ist, wird dafür gesorgt, daß der saure Mageninhalt nur in solchen Mengen in den Darm gelangt, die die absondernden Mechanismen der Eingeweide bewältigen können.

Die Untersuchungen, welche Dr. Bainbridge über das Auftreten der den Milchzucker spaltenden, bei erwachsenen Tieren sonst fehlenden Laktase bei Fütterung mit Milch oder Milchzucker ausführte, haben gezeigt, daß der chemische Anpassungsmechanismus in diesem Falle verwickelter als irgend ein bisher erforschter ist, und daß zwischen der chemischen Wirksamkeit sehr verschiedener Organe des Körpers enge Beziehungen bestehen müssen.

Wenn der alte Satz: Gut gekaut ist halb verdaut, weiterhin zu Recht bestehen sollte, so muß uns die offensichtlich immer mehr um sich greifende Verderbnis der Zähne bei der zivilisierten Menschheit mit Besorgnis erfüllen. Der Zahnarzt Dr. Schaefer-Stuckert hat die heutigen Ansichten über die Entstehung der Zahnkaries in einem Vortrage zusammengestellt und teilt die Ursachen des Übels in vorbereitende (prädisponierende) und auslösende (exzitierende) ein. Bei den ersteren kommt namentlich der Kalkgehalt des Zahnschmelzes in Betracht. Kalkarmer Boden, ebenso weiches, d. h. wenig Kalk enthaltendes Wasser kommen mit schlechten Zähnen zusammen vor; ebenso ist die auf den mehr oder minder großen Kalkgehalt des Wassers zurückzuführende Kalkhaltigkeit des Speichels eine prädisponierende Ursache. Die Ernährung in frühester Jugend, das Stillen mit Muttermilch, der meist unzureichende Kalkgehalt der Kindernährmittel ist von großer Bedeutung für die Bildung guter oder schlechter Zahnsubstanz und Schmelzrinde. Direkt hervorrufende Ursachen sind nach der gegenwärtig herrschenden Anschauung die durch Gärung der Kohlehydrate im Munde entstehenden Säuren, die die harte Schmelzsubstanz chemisch lösen sollen, und die parasitären Bakterien, welche die Zerstörung auf dem von den Säuren vorbereiteten Boden fortsetzen. Daß die geringe Benützung der Zähne, eine Folge der übermäßigen Zubereitung der Speisen, die dem Kauapparat nichts mehr zu tun übrig lassen, auch zu ihrer Verweichlichung gegen krankmachende Einflüsse beiträgt, läßt sich vermuten. In Gegenden mit schwarzem, dickrindigem Roggenbrot tritt weniger Zahnkaries auf als bei den Weißbrotessern.

Damit nicht genug, scheint sich, wie Dr. v. Koblitz*) darlegt, eine allgemeine Reduktion des menschlichen Gebisses einzuleiten, die sich in dem Abbröckeln und völligen Verschwinden, bezw. gar nicht mehr Erscheinen des Weisheitszahnes, des dritten Mahlzahnes im Ober- und Unterkiefer, sowie des seitlichen oberen, sog. kleinen Schneidezahnes kundgibt. Der totalen Reduktion, die noch nicht eingetreten ist, geht eine Verkümmerung dieser Zahnarten voraus. Ob dieser Prozeß noch aufzuhalten ist, ob ihm die Ausmerzung noch anderer Zähne folgen wird, ob endlich dieser Reduktionsvorgang am menschlichen Gebiß für uns einen Rückschritt oder vielleicht gar einen Fortschritt bedeutet, das alles — werden unsere Enkel wissen.

*) Die Umschau, VIII. Jahrg. (1904), Nr. 17.



K. und K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.



